

GEOLOGISKA FÖRENINGENS

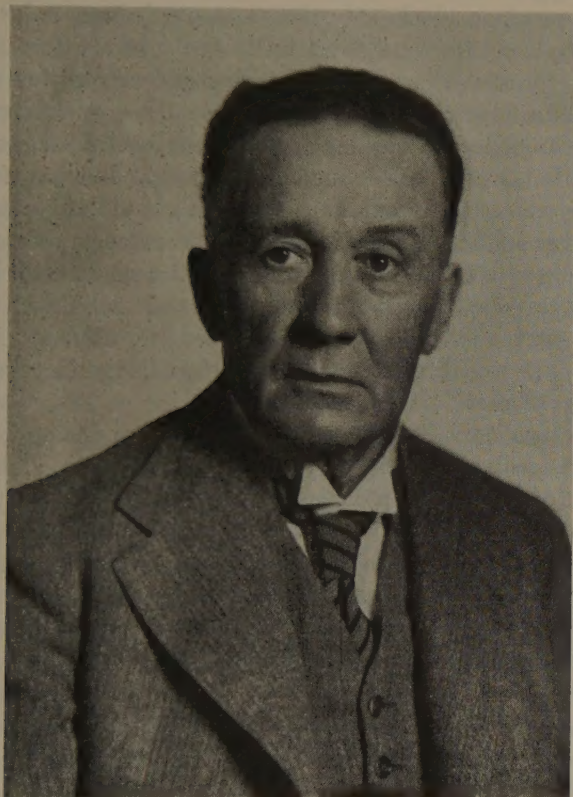
I STOCKHOLM

FÖRHANDLINGAR

BAND 71

HÄFT. 1

N:o 456



Axel Leavelin

* 4 oktober 1875. † 14 juni 1947

När förutvarande chefen för Sveriges geologiska undersökning, överdirektören Axel Gavelin den 14 juni 1947 slutade sina dagar, hade han under en mansålder intagit en ledande ställning i utforskandet av Sveriges geologi. Redan innan han kallades till den administrativa uppgift, som han skulle komma att omhändervä med den största skicklighet och framgång, hade han genom betydelsefulla insatser på vitt skilda geologiska arbetsfält skapat sig ett namn såsom framstående forskare. Även i fortsättningen, in i det sista, levde han med i geologiens utveckling och bidrog genom talrika vägande inlägg själv aktivt till densamma. Främst kommer han dock att minnas såsom ledare under 27 år för Sveriges centrala ämbetsverk för landets geologiska utforskande. Med vaket intresse för alla sidor av svensk geologisk forskning och med framstående fackkunskaper inom de flesta av dem — en numera ovanlig egenskap — förenade han en klar praktisk blick och förmåga att klokt utnyttja de arbetskrafter och de medel, som stodo till verkets förfogande. Hans talrika nya initiativ och hans förmåga att vinna statsmakternas intresse för verksamheten skapade för ämbetsverket en auktoritet, som en vetenskaplig institution brukar ha svårt att ernå. Härtill bidrog väsentligt hans förmåga att genom Geologiska undersökningens verksamhet nå nya resultat av stor ekonomisk betydelse, utan att han därför någonsin släppte ur sikte vikten av det grundläggande systematiska vetenskapliga arbetet.

En återblick på Axel Gavelins verksamhet såsom geolog kommer att beröra svensk geologisk forskning under ett halvsekel. Det säger sig självt, att det därvid icke är praktiskt möjligt att i detalj analysera hans ståndpunkt och hans insatser i de många olika frågor, som vid skilda tidpunkter varit särskilt aktuella. Huvudparten av skildringen måste ägnas hans verksamhet såsom planläggare och ledare.

Axel Gavelin föddes å Lövliden i Vilhelmina, Västerbottens län, den 4 oktober 1875. Föräldrarna voro lantbrukaren Nils Gavelin och hans hustru Kristina, f. Forsbom. Vid hembygden, där släkten varit bofast sedan generationer, förblev han alltid knuten med de starkaste band.

Efter mogenhetsexamen år 1896 i Umeå inskrevs Axel Gavelin samma år såsom student vid Uppsala universitet. Redan under sommaren nämnda år företog han sin första geologiska fältundersökning, en studie över den nutida glaciationen i de norra Västerbottensfjällen. Detta skedde med ekonomiskt stöd från Svenska Turistföreningen och i samförstånd med F. Svenonius. Ovisst är, om initiativet kom från denne eller från Gavelin själv, i alla händelser synes Svenonius ha bidragit till att inrikta Gavelins håg på geologien. Resultaten publicerades i Turistföreningens årsskrift 1897. Detta års sommar fortsattes fältar-

beten i samma trakter, likaså 1898, nu för Sveriges geologiska undersöknings räkning. Förutom vidgade observationer rörande kvartära företeelser, i all synnerhet spåren efter isdämda sjöar, upptagas i dagböckerna också systematiska iakttagelser över berggrunden. Undersökningsresultaten rörande de isdämda sjöarna publicerades av Gavelin i Bull. Geol. Inst. Upsala under titeln: »On the glacial lakes in the upper part of the Ume-river-valley». I maj 1899 avlade Gavelin fil. kand.-examen i Uppsala, med geologi och mineralogi såsom huvudämne (examinator A. G. Högbom). Med stöd av de för denna examen förvärvade grundläggande kunskaperna och av erfarenheterna från somrarnas fältarbeten stod han nu redo för mera krävande uppgifter. Sommaren 1899 deltog han i S. G. U:s specialundersökningar uti Jukkasjärvi malmtrakt såsom en av assistenterna åt ledaren för »Malmfälts-expeditionen B», F. Svenonius. Denna expedition hade till huvuduppgift allmän berggrundsrekognoscering inom de malmförande trakterna i Jukkasjärvi och Gällivare socknar. Gavelins bidrag till dess vetenskapliga resultat blev uppenbarligen högst betydande. Av hans innehållsrika dagböcker kan man följa, huru han systematiskt och säkert genomförde det avsedda programmet trots alla de extra svårigheter, som utmärkte den i väderlekshänseende ytterst ogynnsamma sommaren. Över huvud taget giva dessa dagböcker ett starkt intryck av att Axel Gavelin hade sällsynt goda personliga förutsättningar såsom fältgeolog. Detta kan visserligen utläsas även ur tidigare dagböcker, men knappast lika övertygande, och det bekräftades i rikligt mått av hans senare verksamhet.

Under fältarbetssäsongerna 1900 och 1901 utförde Gavelin för enskild uppdragsgivares räkning självständiga berggrundsundersökningar i Kvikkjokkfjällen. Arbetena avsågo en inventering av områdets malm- och övriga mineralförekomster, men gävo även tillfällen till kvartärgeologiska observationer. Sålunda förde studiet av isräfflor och spåren av isdämda sjöar Gavelin till den slutsatsen, att landisen under avsmältningsskedet uppdelats uti en östlig del, med isdelaren belägen Ö om fjällen, såsom redan tidigare visats längre söderut, och en västlig del, vars östra rand låg relativt nära Ö om riksgränsen.¹ En annan intressant iakttagelse gällde trädgränsförskjutningarna i postglacial tid. Gavelin kunde med ett relativt omfattande iakttagelsematerial uppvisa,

¹ Det synes på sin plats att här omnämna ett senare uttalande av Gavelin. I sin den 19 april 1910 avgivna rapport till chefen för S. G. U. rörande fältarbetsresultaten sommaren 1909 (S. G. U:s arkiv) omnämner Gavelin spridningen av Ruoutivareblock hela vägen nedför Lilla Lule älvs system, ned mot Murjek, och drar därav slutsatsen, »att glaciärrörelsen mot slutet af istiden, senare än den tid då isdelaren hade sitt östligaste läge, åter fortskridit från fjällen NW om Kvikkjokk och mot sydost.» Då Gavelin emellertid aldrig offentligt givit uttryck åt denna uppfattning, stannar man i ovisshet, huruvida man vidhållit densamma eller senare blivit benägen att hänföra blockspridningen i fråga till den sista nedisningens begynnelseskeden.

att tallgränsen i Kvikkjokkfjällen nått upp till den nuvarande björkgränsens läge eller t. o. m. något högre.

Från 1 juni 1902 anställdes Gavelin såsom biträdande geolog vid S. G. U. Påföljande år avlade han fil. lic.-examen i Uppsala, och från 1 januari 1904 förordnades han såsom geolog vid S. G. U. (sedermera statsgeolog). Därmed var han definitivt knuten till den institution, som han först med utgången av år 1941 skulle lämna såsom emeritus. Det har sitt intresse att observera Gavelins åldersställning bland verkets geologer. Av naturliga skäl hade en viss gruppering uppstått; 5 av de 8 geologerna hade födelseår mellan 1840 och 1852, och den yngste av Gavelins båda övriga kolleger var 7 år äldre än Gavelin. Denne sistnämnde kom under hela sin 40-åriga tjänstetid, med undantag för J. G. Anderssons 8-åriga aktiva chefstid, att ensam representera 1870-talets generation. Följden var, att Gavelin under sin första tjänstetid, då han exklusivt arbetade med egna vetenskapliga uppgifter, representerade de nyaste impulserna från vetenskaplig undervisning; under senare år däremot, då omfattande administrativa uppgifter krävde erfarenhet och översikt, var han även till levnadsåren den äldste i ämbetsverket.

Axel Gavelins arbetsuppgifter under de tolv år (1902—1913), då hans verksamhet var typisk statsgeologtjänstgöring, lågo till största delen inom andra landsdelar och andra arbetsformer än hans tidigare fältarbeten. Den alldeles övervägande delen var nämligen kartbladsarbete i östra Götaland, för de kombinerade jord- och bergartskartorna i skalan 1 : 50 000. Sålunda omhändertog Gavelin ensam utarbetandet av kartbladen Loftahammar och Tranås, såväl jordarts- som berggrundsdelen, samt behandlade berggrunden å Jönköpingsbladet. F. ö. deltog han i arbetet på flera andra kartblad, nämligen Gränna, Valdemarsvik, Skrikerum, samt, i mindre utsträckning, Västgötabladen Karlsborg och Lugnås. Två somrar, 1908 och 1909, användes emellertid huvudsakligen för andra arbeten, nämligen issjöstudier i Lappland och norra Jämtland resp. kompletterande undersökningar i Ruoutivareområdet nära Kvikkjokk.

I kartbladsarbetet framträdde Gavelins ovanliga förutsättningar såsom fältgeolog lika påtagligt som tidigare i de mera översiktliga arbetena i Lappland. I effektiv tillämpning av detta arbetes teknik torde han icke ha överträffats av någon. Man finner också, om man tar hänsyn även till de kartblad, inom vilka han ej medverkade vid det slutliga utarbetandet, att han lyckades medhinna en högst betydande arbetsprestation.

Av kartbladsarbetets vetenskapliga resultat var det framför allt utredningen av urbergets byggnad inom Loftahammarbladet, som blev

av betydelse. Kartbladsbeskrivningen i fråga fick även tjäna såsom Gavelins gradualavhandling (Uppsala 1905). Efter disputationssakten följde i G. F. F. mellan P. J. Holmquist och Gavelin en saklig och mycket upplysande diskussion; viktiga bidrag från den sistnämndes sida kommo också i annat sammanhang. Redan utrymmet förbjuder att här ingå på någon mera detaljerad analys av denna diskussion, ehuru så skulle varit önskvärt med hänsyn till det stora intresse från urbergsgeologisk synpunkt, som alltjämt är förbundet med densamma. Vad som i första hand intresserar, är den invecklade frågan om Väster-vikskvartsitens förhållande till Loftahammargraniten. Gavelin hade ursprungligen intagit den ståndpunkten, att kvartsiten var den yngre bergarten, ett på granitunderlag avsatt sediment, medan Holmquist gjorde gällande, att Gavelins egna sakuppgifter närmast talade för det motsatta åldersförhållandet. Argumentationen var i mångt och mycket karakteristisk för ett dylikt problem i urberget, med sina anknytningar bl. a. till frågan om förhållandet mellan olika granittyper i trakten. I en senare framställning anslöt sig också Gavelin till den av Holmquist framförda uppfattningen av åldersförhållandet i fråga; i några andra diskuterade punkter synas Gavelins tolkningar stå sig.

Såsom redan nämnts, omfattade Gavelins kartbladsarbeten också kvartärgeologiska insatser av betydande omfattning. Utöver det rena kartläggningsarbetet tillkommo inom bladet Tranås' område även särskilda studier över sjöarnas forna utbredning, varvid erhöles data för den postglaciala landhöjningen och synpunkter på klimatutvecklingen. Gavelins intresse för de kvartärgeologiska frågeställningarna manifesterade sig också i hans deltagande i den torvgeologikurs, som under ledning av R. Sernander år 1905 anordnades vid Laxå.

Kartbladsarbetet och en del orienterande arbeten för utgivande av berggrundsblad över bl. a. Dalsland och Bohuslän (1913 och 1914) bibringade Gavelin en bred grund av erfarenhet av södra Sveriges pre-kambrika och kvartära geologiska problem, en grund, som ofta framknyttas i hans insatser under senare år.

Jämte kartbladsarbetet var det blott två större arbetsuppgifter, som äro Gavelins tid i anspråk under dessa år. Sommaren 1908 ägnades åt issjöstudier i nordligaste Jämtland samt södra och mellersta Lappland. Gavelin anknöt därvid direkt till sina studentårs undersökningar i Tärna och kunde genom omfattande nya fältarbeten belysa den sista isdelarens läge samt issjöarnas utbredning och utvecklingshistoria; i samband därmed kom han också in på den postglaciala olikformiga landhöjningens gradient, som ju är gynnsamt registrerad i strandliniernas höjdlägen. Påföljande sommar, 1909, anslötos arbetena likaledes till en tidigare verksamhet, nu så att de avsågo berggrunden i

Ruoutivareområdet vid Kvikkjokk. Sammanlagt togo Gavelins undersökningar i denna trakt en avsevärd omfattning, och de kommo att representera hans viktigaste bidrag till fjällgeologien. Tyvärr blev dock aldrig någon fullständig bearbetning offentliggjord; vad som föreligger i tryck inskränker sig till ett relativt utförligt föredragsreferat samt beskrivningen av det märkliga nya, av Gavelin i Ruoutivaremalmen upptäckta mineralet högbomit.

Axel Gavelins insatser under den period, då hans arbete var direkt inriktat på egen forskning, falla sålunda inom urbergsgeologien, fjällgeologien och kvartärgeologien, dock avgjort med tyngdpunkten inom förstnämnda område. Själva mångsidigheten för emellertid med sig, att man icke kan för hans del peka på någon särskilt framträdande insats, något som dominerar bilden. De mest framträdande egenskaperna hos Gavelin som forskare voro den effektiva kombinationen av snabbhet och noggrannhet i fältarbetet samt ett synnerligen gott vetenskapligt omdöme. Det senare räddade honom visserligen ej alltid från missstag — såsom ganska naturligt var med hänsyn till de behandlade problemens karaktär — men det gav städse åt hans framställning en objektiv balans och därmed ett bestående värde.

Under sina 27 år i ledningen för S. G. U. företog Gavelin regelbundet inspektionsresor för att hålla sig i kontakt med pågående arbeten och orienteringsresor till ledning för ämbetsverkets fortsatta verksamhet inom nya områden eller efter nya linjer. Han höll därigenom också sin ställning såsom en av de främsta aktiva geologerna i landet och lämnade ideligen genom nya iakttagelser eller nya synpunkter bidrag till de aktuella frågornas belysande. Mest skedde detta emellertid numera i form av kortare diskussionsinlägg, framför allt på Geologiska Föreningens sammanträden.

När J. G. Andersson från den 1 maj 1914 erhöll tjänstledighet på t. v. ett år för att antaga ett uppdrag i kinesisk statstjänst, blev Axel Gavelin förordnad att under Anderssons frånvaro uppehålla chefsbefattningen vid S. G. U. Anledningen till detta val var säkerligen ej enbart Gavelins ådagalagda skicklighet i det geologiska arbetet utan också de insatser, som han presterat i förarbetena för 1914 års löne reglering för ämbetsverket. Anderssons tjänstledighet förlängdes sedan ett år och därmed Gavelins förordnande; efter Anderssons definitiva avgång utnämndes Gavelin, då fyrtioårig, den 26 maj 1916 till överdirektör och chef för Sveriges geologiska undersökning.

Det ämbetsverk, vars ledning Axel Gavelin sålunda definitivt övertog, var i huvudsak väl rustat för sina uppgifter. Under företrädarens nioåriga chefstid hade 5 av de 9 geologbefattningarna och likställda bytt innehavare, därigenom att de förutvarande uppnått pensionsåldern;

vid nybesättningarna hade hänsyn kunnat tagas till inträdda modifieringar i verkets arbetsuppgifter. Personalens ställning hade förbättrats. Till de nya lokalerna i riksmuseibyggnaden vid Frescati, först planerade redan under A. E. Törnebohms chefstid, hade överflyttning ägt rum år 1915. I ett avseende kommo emellertid företrädarens intensifieringar aldrig till genomförande, nämligen då det gällde den formella organisationen av verket. I samband med den omläggning av S. G. U:s arbetsuppgifter till delvis mera omedelbart praktisk inriktning, som försiggick under tiden omkring 1907—1910, hade år 1909 i instruktionen upptagits en organisationsform, som innebar tjänstemännens fördelning på två sektioner, en »teoretisk-kartläggande» och en praktisk. Denna organisation, som vid sin tillkomst allmänt ansågs ändamålsenlig, visade sig emellertid icke kunna tillämpas och utvecklas efter avsedda linjer, detta på grund av den onaturliga gräns, som den uppställde mellan vad man med nutida terminologi kallar grundforskning och målforskning. Den förblev därför i mångt och mycket en reform på papperet och försvann år 1946 definitivt genom instruktionsändring.

Med den uppfattning, som Gavelin själv hade av kartbladsarbetets betydelse, var det naturligt, att denna sida av S. G. U:s verksamhet även för honom framstod såsom en central uppgift. Nödvändigheten att i större utsträckning än tidigare bereda rum för andra arbetsuppgifter, ävensom de stegrade kraven på detaljrikedom i kartframställningen, förde emellertid därtill, att takten i kartbladsutgivandet icke kunde hållas så hög, som Gavelin skulle ha önskat. Belysande för hans synpunkter på denna verksamhetsgren är emellertid, att de första anställningarna av »biträdande geologer» (1919) motiverades med nödvändigheten att hålla uppe effektiviteten i kartbladsarbetet; om samma syn vittnade också hans motvilja — som han dock i några fall övervann — mot att använda extrageologer för andra arbetsformer än denna.

Vad som emellertid i särskilt hög grad kom att utmärka Gavelins chefstid, var upptagandet av en mångfald speciella undersökningar med mer eller mindre omedelbart praktiskt syfte och i regel bekostade med särskilda, för ändamålet beviljade anslag. Först kom den under åren 1917—1923 bedrivna torvinventeringen i södra och mellersta Sverige, i vars förberedande Gavelin tog verksam del. Tyvärr visade sig t. o. m. hans förmåga att vinna statsmakternas gehör otillräcklig, när det gällde slutförandet av denna inventering och planläggandet av vidare arbeten. Riksdagstrycket år 1927 ger en mycket upplysande bild av den »negativa torvpsykos», som härvid blev utslagsgivande. En senare tid har haft anledning att beklaga denna utgång.

Såsom i allt väsentligt Gavelins personliga verk framstår igångsättandet av den statliga malmletningen inom Västerbottens län och

dess ledande ända fram till 1942. Att detta län över huvud taget kom att upptaga en avsevärd del av S. G. U:s verksamhet under Gavelins chefs-tid får ingalunda tolkas så, att han i omotiverad grad favoriserade denna sin hembygd. I själva verket utgjorde Västerbottens län vid denna tidpunkt den i geologiskt hänseende mest ofullständigt kända delen av Sverige, och Gavelins tidigare strövtåg inom skilda delar av detsamma hade givit honom ett starkt intryck av de stora arbetsuppgifter, som där väntade. När det gäller malmletningar, torde hans intresse ha varit i första hand inriktat på fjälltrakterna. I Grong i Norge hade under åren omkring 1910 gjorts flera viktiga fynd av kismalmer, bland dem den mycket stora fyndigheten Joma, belägen blott 4 km från riksgränsen. Det låg nära till hands att vänta sig någon fortsättning av den malmförande zonen in genom Jämtlands nordligaste hörn och vidare upp genom Västerbottensfjällen. Ett annat, ännu mera betydande malmfynd, om också utan dylik nära anknytning till svensk geologi, var påvisandet av Outokumpuförekomsten i Finland, spårad genom blockletning, vilket var högeligen ägnat att sätta fantasien i rörelse. Huru som helst så begagnade sig Gavelin med karakteristisk skicklighet av det uppslag till malmletningsföretag, som erbjöd sig, då han i början av år 1917 hade att yttra sig över ett av landshövdingen i Jämtlands län väckt förslag om statlig undersökning av vissa kismalmsfynd i Frostvikens socken. Gavelin framlade en plan för undersökning av hela det möjligen kismalmförande området i nämnda socken och i Västerbottens läns fjälltrakter. Senare samma år gav en likartad framställning från landshövdingen i Västerbottens län honom tillfälle att få fram ett blygsamt anslag för omedelbar undersökning av vissa »malm-anledningar» i Tärnafjällen. Genom arbeten samma och följande år visades det emellertid, att de uppslag, som hade förefallit mest lovande — några vidsträckta rostzoner — blott markerade utgåenden av den bergartstyp, som sedan dess berett svensk malmletning så mycket besvär och så många besvikelser, nämligen »rostande svarta skifferar». År 1918 hade emellertid den föreslagna, mera omfattande geologiska undersökningen kommit till stånd. Den gav nästan genast ett resultat, visserligen utan aktuellt ekonomiskt värde, men uppmuntrande, nämligen påvisandet av Stekevare kisfyndighet i Västerbottensfjällen. Ehuru fjälltrakternas möjligheter uppmärksammades även under en del följande år, flyttades emellertid snart tyngdpunkten för malmletningen till Skelleftefältet inom länets urbergsområde. Med de mycket begränsade medel, som stodo S. G. U. till buds, kunde ej effektiv malmletning samtidigt bedrivas inom två så krävande områden. Fjällen lågo långt borta från kommunikationer; malmfynd där kunde innebära förhoppningar för framtiden men knappast mera. Inom urbergsområdet

åter hade framför allt påvisandet av Kristinebergsfyndigheten genom enskild malmletning år 1918 givit en antydning om stora möjligheter och samtidigt illustrerat den elektriska malmletningens revolutionerande effektivitet. År 1920 började S. G. U. också systematisk malmletning i Skelleftefältet, främst med anknytning till de sedan länge kända s. k. Bjurforsblocken.

Under de följande åren arbetade inom Skelleftefältet sida vid sida S. G. U. och de enskilda intressen, som senare tagit formen av Bolidens Gruvaktiebolag. Den statliga verksamheten besvärades av alltför knäppt tillmätta medel, men lyckades göra det första betydelsefulla malmfyndet efter Kristineberg, nämligen kopparfyndigheten »Bjurfors östra» (1922). Redan i slutet av 1924 ledde emellertid den enskilda malmletningen till upptäckten av Boliden, som snart befanns vida överglänsa alla övriga malmfynd i Skelleftefältet.

Det lider säkert intet tvivel, att Bjurforsfyndet stimulerade de enskilda intressenas fortsatta malmletningar. Att sedan upptäckten av Boliden icke blott i hög grad uppmuntrade det företag, som gjorde detta betydelsefulla fynd, utan också hos statsmakterna framkallade en välvilligare inställning till S. G. U:s malmletningsverksamhet, det ligger i öppen dag. Det senare betydde dock ingalunda, att medel i helt tillfredsställande utsträckning nu ställdes till Gavelins förfogande. Han måste ännu åtskilliga år framåt arbeta hårt för att kunna hålla i gång en malmletning i relativt blygsam skala.

Under de första åren förekom en naturlig rivalitet och kapplöpning mellan den enskilda och den statliga malmletningen. Tack vare vidsynhet å ömse sidor, hos Gavelin och hos Bolidenföretagets ledande män, Oscar Falkman och Axel Lindblad, stabiliserades emellertid snart en viss intressefördelning och ett uppriktigt samarbete i allt, där den ena parten kunde gagna den andra utan att därigenom åsidosätta egna berättigade intressen.

Det är ej lätt, ja knappast ens möjligt, att med någon precisering angiva Axel Gavelins betydelse för malmletningen inom Skelleftefältet. Vad dess början beträffar, så kan det nog sägas, att efter upptäckten av Kristineberg — vartill den första impulsen kommit från ortsbefolkningen — och den elektriska malmletningens samtidiga genombrott »låg det i luften», att Skelleftefältet erbjöd stora möjligheter. Gavelins betydelse låg bl. a. däruti, att han redan från början inriktade arbetet på en systematisk koordination av geologiska och geofysiska arbetsmetoder; de elektriska metoderna kommo vid S. G. U:s arbeten redan 1919 till användning vid Stekevare, 1921 i Skelleftefältet. Hans sega fasthållande vid målsättningen hade också med säkerhet sin betydelse för hela utvecklingen.

Gavelin behöll under hela sin chefstid personligen överinseendet över malmletningen i Västerbottens län. En viktig etapp markeras av år 1931, då han lyckades utverka anslag av arbetslöshetsmedel för att igångsätta mera ingående blottnings- och undersökningsarbeten på en del av de genom S. G. U. upptäckta fyndigheterna. Över huvud taget visade statsmakterna numera en mycket förstående inställning, och anslagen tillmättes rikligare, om de också ej helt motsvarade, vad arbetsuppgifterna gjorde önskvärt.

Initiativet till sökandet efter kopparmalm, svavelkis m. m. hade naturligen haft sin bakgrund i det första världskrigets handelsavspärrning och de svårigheter, som denna medförde. När så det andra världskriget kom, medförande en ännu bistrare isolering, hade redan Bolidens Gruvaktiebolag sedan ett antal år en betydande produktion i gång, värdefull för landet redan i fredstid och nu mångdubbelt välkommen. De genom S. G. U. uppdagade fyndigheterna hade ej kommit så långt. Initiativ hade tagits gemensamt av Kommerskollegium och S. G. U. i syfte att på en för staten tillfredsställande väg få till stånd ett samarbete med bolaget i fyndigheternas utnyttjande, men utan att vinna de högre statsmakternas gillande. Till 1927 års riksdag förelåg dock en kunglig proposition i saken, men den avlogs av riksdagen. Inför krigstidens stegrade behov av inhemsk metallproduktion blevo emellertid i början av 1940-talet de kopparrikaste av de statliga fyndigheterna inlemmade i produktionen. Detta måste till en början ske genom starkt tillfällighetsbetonade åtgärder, varför resultatet rent bokföringsmässigt sett blev föga lysande. Härvidlag måste man dock hålla i minnet, att en avgörande faktor, kopparpriset, hade fixerats med hänsyn till att giva huvudproducenten blott skälig vinst. Hade kopparn åsatts ett pris, som motsvarade dess verkliga värde ur statens synpunkt, så skulle resultatet ha blivit helt annorlunda. Det bidrag till kopparproduktionen under kriget, som de genom S. G. U. upptäckta fyndigheterna kunde lämna, innebar i alla händelser ett icke oväsentligt tillskott till landets snävt begränsade tillgångar av denna, ej minst ur direkt militär synpunkt, ytterst viktiga metall. Sedan reguljär drift senare kommit i gång, ha resultaten även rent ekonomiskt sett blivit goda.

Malmletningen i Västerbottens län har här skildrats relativt utförligt, därför att Axel Gavelins insatser på detta område höra till hans mest betydelsefulla och låta skönja några av de i hans ställning värdefullaste egenskaperna: seg energi och tålamod samt förmåga att få med sig även tveksamma högre myndigheter. Den var emellertid ingalunda den enda direkt praktiskt inriktade uppgift, som S. G. U. upptog under Gavelins chefstid. Djupeborrningar i Skåne och studiet av alunskiffern i södra Sverige voro arbetsuppgifter, för vilkas bedömande Gavelin

visserligen icke besatt samma vetenskapliga kunskapsgrund som för de flesta andra sidor av S. G. U:s verksamhet. Men han ådagalade en stor förmåga att väga och värdesätta sina medarbetares motiveringar, och han tog utan tvekan ansvaret även för stora utgifter, när han ansåg utsikterna till positiva resultat vara så pass stora, att de kunde rättfärdiga dem.

Förutom de här berörda, direkt ekonomiskt inriktade sidorna av S. G. U:s arbete upptogs under Gavelins chefstid också, liksom tidigare varit fallet men nu i större omfattning, specialundersökningar av skilda slag, ägnade olika områden, vilkas geologi på ett eller annat sätt var av särskilt intresse ur näringslivets synpunkt. Sålunda utfördes ett flertal detaljundersökningar över malmförande områden, helt oberoende av om staten där hade några omedelbara ekonomiska intressen eller icke. Till sin omfattning i en särklass står arbetet över de mellan-svenska järnmalmernas geologi. Ett mycket betydelsefullt initiativ tog Gavelin, då han (1926) utverkade medel för att vid S. G. U. bedriva väggeologisk forskning, närmast inriktad på tjälproblemet. Denna verksamhet, som senare överflyttades till Statens Väginstitut, har i rikt mått visat sitt värde. På det agrogeologiska området tillkom en ny arbetsform genom den påbörjade jordartskarteringen i sydvästra Skåne. Gavelins förståelse för geofysikens betydelse för geologien tog sig många uttryck, bl. a. den genom S. G. U. utförda magnetiska undersökningen av Sveriges fastland (1928—1934).

Av den största betydelse för S. G. U:s möjligheter att fylla sin uppgift var Gavelins intresse och förmåga att knyta kontakter och få ett samarbete till stånd, både med institutioner och enskilda.

Gavelins ledning av det inre arbetet inom ämbetsverket präglades av en lätt ton och av föredöme och övertygande mera än av stela regler. För att förbättra den honom underställda personalens standard arbetade han energiskt och med vaken blick i lönefrågor.

I det internationella samarbetet på geologiens fält deltog Gavelin bl. a. genom talrika resor till de övriga nordiska länderna och ytterligare några europeiska stater, varjämte han år 1929, i samband med geologkongressens sammanträde i Pretoria, företog en 4 1/2 månaders färd till Syd- och Centralafrika.

Det är naturligt, att en person med Gavelins intressen och förmåga också kom att tagas i anspråk för många uppdrag utanför det egna verket. Av de tre akademier, som han tillhörde — Vetenskapsakademien, Ingeniörsvetenskapsakademien och Lantbruksakademien — var det i synnerhet den förstnämnda, som han ägnade sina krafter. Bl. a. var han under åren 1926—1946 medlem av akademiens naturskyddskommitté, därav de sista 5 åren såsom dess ordförande. För sina in-

satser på detta område, där han f. ö. verkade också på andra vägar, fick han mottaga akademiens naturskyddsmedalj i guld. Bland andra uppdrag må nämnas medlemskap i Nobelstiftelsens styrelse och i styrelsen för Skogshögskolan.

När Axel Gavelin med utgången av år 1941 lämnade sin tjänst, hade han förhoppningar att kunna ägna sin tid åt några uppgifter, som speciellt intresserade honom, bl. a. planerade han att skriva en historik över malmletningen i Västerbotten. Såsom ofta händer i dylika fall, blevo emellertid dessa avsikter aldrig fullföljda. Försvagad hälsa hindrade honom visserligen icke från att intresserat deltaga i det vetenskapliga livet — ännu så sent som i maj 1947 yttrade han sig i en diskussion å Geologiska Föreningens möte — men till någon sammanhängande insats räckte ej längre hans krafter. Förhoppningen att få av hans egen hand belyst, huru han såg på viktiga delar av sitt livsverk, gick sålunda aldrig i uppfyllelse.

Men verket består.

Per Geijer

Axel Gavelins utgivna skrifter¹

G. F. F. = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar.

S. G. U. = Sveriges Geologiska Undersökning.

- 1897 Undersökningar och studier vid jöklar inom Västerbottens län. — Sv. Turistfören. Årsskr. 1897: 193—215.
- 1900 On the glacial lakes in the upper part of the Ume-river-valley. — Bull. Geol. Inst. Upsala., 4: 231—242.
- 1904 Beskrifning till kartbladet Loftahammar. — S. G. U., Ser. Aa, N:o 127. 91 s. Även som akademisk avhandling. Stockholm 1905.
- 1905 Till frågan om berggrunden på geologiska kartbladet Loftahammar. — G. F. F., 27: 190—215.
Om förekomsten av stubbar på botten af några sjöar på det småländska höglandet. — Ibid., 27: 417—418.
- 1906 Några iakttagelser rörande istidens sista skede i trakten NV om Kvikkjokk. — Ibid., 28: 141—168.
- 1907 Beskrifning till kartbladet Jönköping. Berggrunden. — S. G. U., Ser. Aa, N:o 123: 30—69, 86—96.
Studier öfver de postglaciala nivå- och klimatförändringarna på norra delen af det småländska höglandet. — Ibid., Ser. C., N:o 204. 66 s.
Yttrande med anledning av K. Wings föredrag Om berggrunden inom delar af Tössbo och Vedbo härader i Dalsland. — G. F. F., 29: 408—410.
- 1908 Trädgränsernas nedgång i de lappländska fjälltrakterna. — Ibid., 30: 450—451.
Yttrande i diskussionen om föregående. — Ibid., 30: 452.
- 1909 Om trädgränsernas nedgång i de svenska fjälltrakterna. — Skogsvårdsföreningens tidskrift. Fackuppsatser, 7: 133—156.
Om underkambriska sandstensgångar vid västra stranden af Vänern. — S. G. U., Ser. C, N:o 217. 17 s.

¹ Bibliografien sammanställd av Erik R. Ygberg.

- Yttrande med anledning av A. Hambergs föredrag Om inlandsisens afsmältning i fjälltrakten mellan Stora och Lilla Lule älf. — G. F. F., 31: 418—419.
- 1910 Über die Gletscher des Norra Storfjället und des Ammarfjället. (Die Gletscher Schwedens im Jahre 1908. IV.) — S. G. U., Ser. Ca, N:o 5. 42 s.
Om relationerna mellan graniterna, grönstenarna och kvartsit-leptit-serien inom Loftahammar-området. — Ibid., Ser. C, N:o 224. 116 s.
Trädgränsförskjutningarna inom Kamajokks vattenområde (Lilla Luleälf). — Ibid., Ser. C, N:o 227. 34 s.
- Yttrande med anledning av A. Hambergs föredrag Om Sarek-traktens geologiska formationer och tektonik. — G. F. F., 32: 677—679.
- The rocks of the coast regions of Loftahammar and Västervik (Excursions in the Archæan of Southern Sweden). — Ibid., 32: 988—1029.
- Yttrande med anledning av P. J. Holmquists föredrag Om den sörmålandska granatgneisens petrografi och geologi. — Ibid., 32: 1492.
- De isdämda sjöarna i Lappland och nordligaste Jämtland. (A. Gavelin och A. G. Högbom: Norra Sveriges issjöar. I.) — S. G. U., Ser. Ca, N:o 7. 115 s.
- 1911 Norra Sveriges issjöar. — Pop. Naturvet. Revy, 1: 241—250.
- 1912 Ett nytt postarkäiskt eruptivområde i norra Småland. — S. G. U., Ser. C, N:o 241. 44 s.
Beskrifning till kartbladet Tranås. — Ibid., Ser. Aa, N:o 135. 75 s.
Intryck från en exkursion genom Finlands prekambrium. — G. F. F., 34: 221—251.
Ännu några ord om diskordanser i Fennoskandias prekambrium. — Ibid., 34: 542—568.
- Yttrande med anledning av P. Quensels föredrag om Undersökningar öfver alkalisyeniten och nefelinsyenit-bergarterna i Almunge socken i Upland. — Ibid., 34: 701.
- 1913 Jordens äldsta geologiska system. — Pop. Naturvet. Revy, 3: 9—26.
- Yttrande med anledning av P. J. Holmquists föredrag Om järnmalmernas metamorfos. — G. F. F., 35: 104.
- Yttrande med anledning av N. Sundius' föredrag Om grönstenar från Grythyttfältet. — Ibid., 35: 161.
- 1914 Yttrande med anledning av V. M. Goldschmidts föredrag Om Devonformationen vid Røros i Norge. — Ibid., 36: 22—23.
- Yttrande med anledning av H. E. Johanssons föredrag Om svenska kvarts- och fältspatförekomster. — Ibid., 36: 127—128.
- Yttrande med anledning av K. A. Grönwalls föredrag Öfver kaolinförekomsterna i nordöstra Skåne. — Ibid., 36: 182—183.
- Yttrande med anledning av A. Walléns föredrag om Betingelserna för uppkomsten af afloppslösa sjöar inom Noenområdet. — Ibid., 36: 396—397.
- 1915 Om den geologiska byggnaden inom Ruotevare-området. — Ibid., 37: 17—26.
- Yttrande i diskussionen om föregående. — Ibid., 37: 30—31.
- Några ord rörande tektoniken inom Sarektrakten. — Ibid., 37: 129—133.
- Yttrande med anledning av A. Hambergs föredrag över Iakttagelser om lufttemperatur och trädgränser inom Sarektrakten. — Ibid., 37: 181.
- Yttrande med anledning av G. Samuelssons föredrag Om den klimatiska innebörden af hasselgränsens och några andra växtgeografiska gränslinjers tillbakagång inom Skandinavien. — Ibid., 37: 190—191.
- Yttrande med anledning av H. Munthes föredrag Om Ancylussjöns maximiutbredning i södra Sverige. — Ibid., 37: 629.
- Yttrande med anledning av P. Quensels föredrag Om fjälltektoniken inom Kebnekaiseområdet. — Ibid., 37: 670—672, 673.
- 1916 Über Högbomit. Ein neues gesteinsbildendes Mineral aus dem Ruotevare-Gebiet in Lappland. — Bull. Geol. Inst. Upsala., 15: 289—316.
- Yttrande med anledning av E. Svedmarks föredrag Om Solstads grufva. — G. F. F., 38: 93.
- Yttrande med anledning av N. Zenzéns föredrag Om Raipas och Gaisa vid Kvängen. — Ibid., 38: 200.
- (Med L. von Post) Sveriges Geologiska Undersöknings förslag till en förrådsstatistisk undersökning av torvmarkerna inom Götaland och Svealand utom Dalarna. — S. G. U., Ser. C, N:o 274. 50 s.

- 1917 Djupborrningen efter stenköl vid Ängelholm. — Tekn. Tidskr. Kemi och Bergsvet., 47: 85—87.
Yttrande med anledning av O. Høltedahls föredrag om Geologiske iagttagelser fra Finmarken. — G. F. F., 39: 118, 119.
Yttrande med anledning av P. Quensels föredrag Om en förekomst af rombporfyr i Kebnekaisemassivets prekambrika berggrund. — Ibid., 39: 246.
Yttrande med anledning av E. Mäkinens föredrag om Urbergsgéologien i mellersta Finland. — Ibid., 39: 462—463.
- 1918 Yttrande med anledning av H. Johanssons föredrag Om det sydsvenska järn-
gneisområdets geologiska byggnad. — Ibid., 40: 484—487.
Yttrande med anledning av P. Quensels föredrag om De kristallina sevebergar-
ternas geologiska och petrografiska ställning inom den nordsvenska fjällformatio-
nen. — Ibid., 40: 906—907.
- 1919 Resultaten af djupborrningarna efter stenköl i Skåne. — Ibid., 41: 223—226.
Till frågan om de kristallina seveskiffarnas ursprung och metamorfos. — Ibid.,
41: 313—328.
Ännu några ord om de kristallina seveskiffarna. — Ibid., 41: 396—406.
- 1920 Om kalktillgångarna inom Västerbottens län. Föredrag inför Västerbottens läns
hushållningssällskap. Umeå 1920. 10 s.
En djupborrning vid V. Klappe SO om Höganäs. — G. F. F., 42: 100—102.
Några ord rörande nomenklaturen för Sveriges paläozoiska bildningar. — Ibid.,
42: 179—181.
Hvilka uppgifter hafva de geologiska undersökningarna för bergshandteringen?
— Blad f. Bergshandt. Vänner, 16: 214—224.
Yttrande i diskussionen om föregående. — Ibid., 16: 232—234, 235.
Yttrande med anledning av J. J. Sederholms föredrag Om några huvuddrag i
mellersta Fennoskandias urbergsgéologi. — G. F. F., 42: 29—30.
Yttrande med anledning av G. Frödings föredrag om Dalasandstenens och det
centralsvenska sparagmitfältets geologiska ställning. — Ibid., 42: 51—52.
Yttrande med anledning av C. W. Carstens' föredrag om Trondhjemsfältets bidrag
till lösning av fjällproblemet. — Ibid., 42: 99.
- 1921 Återblick på uppfattningarna om mellersta och södra Sveriges urberg under de
senaste femtio åren. — Ibid., 43: 202—215.
Yttrande med anledning av N. Sundius' föredrag om Åtvidabergstraktens geologi.
— Ibid., 43: 320—321.
Yttrande med anledning av V. M. Goldschmidts föredrag om Metasomatosen i
silikatbergarter. — Ibid., 43: 473, 476.
- 1923 De nya sulfidmalmfyndigheterna i Västerbottens län. — Tekn. Tidskr. Bergs-
vet., 53: 13—20. Även som Ingeniörsvetenskapsakademiens Medd. N:o 29. 25 s.
Resultaten av de malmgeologiska undersökningarna inom Västerbottens län. —
G. F. F., 45: 216—219.
- 1924 Nekrolog över Edvard Erdmann. — Ibid., 46: 682—691.
- 1925 Om undersökningarna rörande sulfidmalmer i Västerbottens län. — Blad f.
Bergshandt. Vänner, 18: 245—281.
Volcanic and related geophysical phenomena in Sweden. — Bull. Volcanologique,
1 (2): 191—198.
Malmfyndigheterna inom Skelleftefältet. — G. F. F., 47: 375—376.
Yttrande med anledning av S. Roséns föredrag om Konglomeratens vittnesbörd
om Visingsöformationens geologiska ålder. — Ibid., 47: 365—366.
Yttrande med anledning av J. J. Sederholms föredrag om Indelningen av de fennos-
kandiska graniterna och en urbergsdiskordans i skärgården. — Ibid., 47:
543—544.
- 1926 Yttrande med anledning av N. Magnussons föredrag om Säffletraktens berggrund.
— Ibid., 48: 123—124.
Yttrande med anledning av S. Johanssons föredrag om Baltiska issjöns tappning.
— Ibid., 48: 292—294.
- 1927 Viktigare naturskyddsåtgärder under senaste året. — Sv. Turistfören. Årsskr. 1927:
322—323.
Geologien. — Sverige i våra dagar, 265—274. Stockholm 1927.
(Med P. Geijer) Pyrite ore resources of Sweden. — Les réserves mondiales en pyri-
tes. XIV. Congrès Géol. Int., Espagne, 1926, 1: 379—393. Madrid 1927.

- Summary report of the researches in Sweden on volcanic and related phenomena during the period 1924—1927. — Bull. Volcanologique, 4 (13—14): 188—189.
- Yttrande med anledning av H. E. Johanssons föredrag om Hyperiternas geologiska och petrografiska ställning. — G. F. F., 49: 307—308, 310.
- Yttrande med anledning av N. Sundius' föredrag Om ögongnejserna inom sydöstra Östergötlands gnejsområde och deras åldersställning. — Ibid., 49: 641—642, 644.
- 928 Geophysical prospecting in Sweden. — C. R. XIV. Congrès Géol. Int., Espagne, 1926: 1691—1698. Madrid 1928.
- Yttrande med anledning av H. Backlunds föredrag om En sandstensgång vid Degerfors. — G. F. F., 50: 467—468.
- 929 Norrbottens natur. — Sv. Turistfören. Årsskr. 1929: 59—88.
- Malmletningsmetodernas utveckling och nutida möjligheter i vårt land. — Tekn. Tidskr. Bergsvet., 59: 73—79.
- Viktigare naturskyddsåtgärder under åren 1927—1928. — Sv. Turistfören. Årsskr. 1929: 310—311.
- Yttrande med anledning av B. Askunds föredrag om Norrlands strandflate. — G. F. F., 51: 149—150.
- 930 Excursion I b, from Boliden to Övertorneå. — Intern. Union of Geodesy and Geophysics. Fourth General Assembly, Stockholm 1930. 14 s.
- The gold resources of Sweden. — The gold resources of the world. XV. Int. Geol. Congr., South Africa, 1929: 379—382. Pretoria 1930.
- Viktigare naturskyddsåtgärder under år 1929. — Sv. Turistfören. Årsskr. 1930: 335—336.
- Yttrande med anledning av P. Quensels föredrag om Bushveld-lopoliten och dess differentiation. — G. F. F., 52: 764—765.
- 931 Några data ur 1930 års naturskyddskrönika. — Sv. Turistfören. Årsskr. 1931: 339—340.
- 932 Märkliga områden och andra naturminnesmärken som blivit fridlysta under år 1931. — Ibid. 1932: 335.
- (Med H. Dahlström och E. Lönnberg) Naturskydd, djurskydd och jaktvård. Gemensamma intressen och beröringspunkter. — Sv. Jägareförb. Avd. f. Sthlms stad och län, Årsskr. 1932: 45—51.
- Yttrande med anledning av P. Geijers och N. H. Magnussons föredrag om Praktiskt geologiska arbetsuppgifter i mellansvenska järngruvor. — Tekn. diskussionsmötet i Jernkontoret den 28 maj 1932. Jernk. Ann., 87: 109—111, 122.
- 933 Sveriges ädelmalmsfyndigheter. — Tekn. Tidskr. Allm. Avd., 63: 163—171.
- Summary report of the researches in Sweden on volcanic and related phenomena during the period 1927—1930. — Bull. Volcanologique, 6 (19—22): 11—12.
- Ur 1932 års naturskyddskrönika. — Sv. Turistfören. Årsskr. 1933: 359.
- 934 (Med N. H. Magnusson) Geologisk översiktskarta över Norden. Skala 1 : 1 000 000. — Generalstabens Litogr. Anstalt.
- Vid Svenska Naturskyddsföreningens första kvartssekelskifte. — Sveriges Natur, 25: 5—12.
- 935 Ett nytt mammutfynd. — G. F. F., 57: 591—593.
- Yttrande i diskussionen om föregående. — Ibid., 57: 594—595.
- (Med N. H. Magnusson) Upplysningar till geologisk översiktskarta över Norden. 27 s.
- Nekrolog över Axel Wallén. — Sancte Örjens Gille, Dödsrunor. 4 s.
- 936 Yttrande med anledning av N. Magnussons föredrag om Den centralvärmländska mylonitzonen och dess fortsättning i Norge. — G. F. F., 58: 604.
- Yttrande med anledning av H. Backlunds förslag till Ny geologisk tidskrift för Fennoskandia. — Ibid., 58: 616—617.
- 937 Summary report of the researches in Sweden on volcanic and related phenomena during the period 1933—1936. — Bull. Volcanologique, Sér. II, T. 1: 117—118.
- Nekrolog över Hjalmar Sjögren. — K. Sv. Vetenskapsakademiens Årsbok 1937: 275—291.
- Ur de tre senaste årens naturskyddskrönika. — Sv. Turistfören. Årsskr. 1937: 365—367.
- 938 Yttrande med anledning av E. Grips föredrag om Pitekonglomeratet och dess åldersställning. — G. F. F., 60: 671—672.

- 1940 Nekrolog över Arvid Gustaf Högbom. — Fornvårdaren, 1940: 136—138.
Malmlandet Västerbotten. — Umebladet, jubileumsnummer 1940.
- 1941 Sveriges försörjning med mineralprodukter under kristiden. — G. F. F., 63: 433.
- 1942 Norrlands berggrund, mineralfyndigheter och tekniskt användbara bergarter. —
Norrland. Natur, befolkning och näringar, 93—116. Även i Ymer, 62.
- 1943 Smålands berggrund och äldre geologiska historia. — En bok om Småland, 27—40.
Stockholm 1943.
Yttrande med anledning av E. Ljungners föredrag om Isdelarstudier vid pol-
cirkeln. — G. F. F., 65: 218—219.
- 1945 Yttrande med anledning av P. Geijers föredrag om Några synpunkter på geolog-
yrkets rekryteringsfråga. — Ibid., 67: 409.
- 1947 Yttrande med anledning av K. E. Mars' föredrag om Ett blockfynd av kritforma-
tion i Kalix skärgård. — Ibid., 69: 125.

Dessutom officiella berättelser över Sveriges Geologiska Undersöknings verksamhet under åren 1914—1940, tryckta i S. G. U:s Årsbok, samt redogörelser för S. G. U:s andel i den svenska officiella kartverksamheten under åren 1922—1941, publicerade i Globen 1923—1942.

A Re-interpretation of the Structure of *Dictyonema flabelliforme* Eichwald

By

O. M. B. BULMAN (Cambridge)

Abstract

The presence of a stolon-system of apparently normal dendroid type in *Dictyonema flabelliforme* has been demonstrated in sections of this graptolite in the *Obolus* conglomerate of Grönviken, Öland. Attempts to relate to such a system the bifurcation of a stipe or the proximal end of *D. flabelliforme* emphasised the very abnormal character of the currently-accepted interpretation, and the need for re-examination and either confirmation or revision. Such re-examination has led to a new interpretation of the structure, and *D. flabelliforme* is now considered to exhibit normal branching division into two stolonecae and an autotheca. Consequent modifications in interpretation of the proximal end both of *D. flabelliforme* and one of its descendants (*Adelograptus*) are considered.

1. Introduction

Work done during the last two decades has tended to establish the position of *Dictyonema flabelliforme* as the ancestor of the true graptolites or *Graptoloidea*, and to recognize in the Tremadocian a considerable number of forms morphologically intermediate between the *Dendroidea* and the *Graptoloidea*. An accurate and detailed knowledge of the structure of *D. flabelliforme* is essential to an understanding of the structure of these intermediates and indeed to an interpretation of the general course of evolution of the Tremadocian graptolites. Our knowledge of dendroid morphology has been greatly extended by KOZŁOWSKI'S discoveries (1938, 1947) and in attempting to interpret in this light the structure of *D. flabelliforme* and particularly the development of the rhachidosome and its mode of branching, it became apparent that existing views on this species stood in need of revision.

Material for the present revision has come mainly from two localities; the *Obolus* conglomerate of Grönviken, Öland, and the Shineton Shales of Shropshire. For the former, I am deeply indebted to Dr. Per Thorslund, of the Swedish Geological Survey, who secured for me some of the small fragments of material left unused by Holm. It is a pleasure to record my thanks also to Dr. Bertil Waern, of Uppsala, for material in »stinkstone» from the *Dictyonema* Shale of Orreholmen in Västernorrland.

The material from Orreholmen and particularly that from Grönviken appeared exceptionally promising for microtome sectioning, being

preserved in full relief in a calcareous matrix. Unfortunately, however, the matrices are impregnated with what Dr. M. Black tells me is probably a kerogen-like substance, and all attempts to isolate the graptolites have so far failed; for solution of the calcareous matter merely leaves the graptolites embedded in an intractible, spongy mass which has proved quite impossible to disintegrate without destroying the graptolite remains. Hydrofluoric acid, strong potash, and various oxidizing agents were equally without effect. Small fragments of branch and flattened siculae (some referable to *D. flabelliforme* and others apparently to a species of *Adelograptus*!) were obtained by mechanically breaking up some of the more shaly decalcified Orreholmen material; but their poor preservation and fragmentary condition rendered them of little value. Having thus destroyed most of the Grönviken fragments in the vain attempt to isolate the graptolites, the last fragment was sliced (with an ordinary rock-cutting machine) and these thin sections have formed the basis of the first part of the present work. The slides, belonging to the Swedish Geological Survey, are numbered 25966—25970.

2. The Grönviken Material

Holm's work on the Grönviken material has been published (BULMAN 1933) in the form of a brief description of his figures and sections; he left no account of his methods of work. He had certainly succeeded in isolating small fragments of rhabdosome (*op. cit.*, pl. 1, figs. 3—5) or partially isolating branches (figs. 6, 7); but for the most part his work too was evidently based on thin sections (figs. 9—15) and the grinding of serial sections (pl. 2).

As seen in section, the periderm of the Grönviken material is not wholly carbonized but is represented as a transparent brown substance, with an opaque black »skin» usually on the outer surface. It is not so well preserved that one can with certainty distinguish the cortical from the fusellar layer. The black skin seems to represent not the whole of the cortical layer but merely its outer surface; sometimes, however, it replaces what must have been the fusellar layer, and it is clearly a preservational and not a structural feature. In the present re-investigation, the main value of this Grönviken material is that it affords adequate proof of the existence of a stolon-system.

The stolons are not present in every section and are not conspicuous, so that unless they were being specially sought they might easily escape notice; and without the existing knowledge of the stolon-system they would probably be impossible to interpret. In the accompanying figure, I have assembled a number of random sections through different bran-

thes, and arranged and lettered them as though they represented serial sections through a single branch. In the result, the normal dendroid pattern is immediately recognizable and we may feel assured that *Dictyonema flabelliforme*, the ancestor of the true graptolites, possessed a normal dendroid stolon-system.

On the same plate (BULMAN 1933, pl. 1) as the figures of the Grönviken material, Holm also figured an unusual specimen from an unknown locality in Skåne. Here the branches are completely flattened and difficult to interpret, but along the centre of each is seen a lightly sinuous, wiry thread with occasional short branches (pl. 1, fig. 16). This was described in 1933 as the pyritized chain of «budding individuals»; there can be little doubt now that these threads represent pyritized stolons, and an exactly similar condition (pyritized stolons in an otherwise completely flattened and carbonized stipe) has been observed in Canadian specimens belonging to several species of the genus *Anisograptus* (e. g. BULMAN 1941, pl. 2, fig. 5 and others still unpublished).

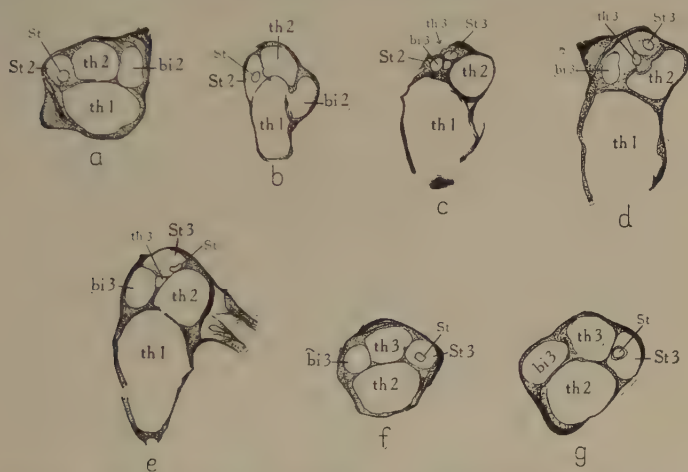


Fig. 1. Random sections through branches of *D. flabelliforme* in slides S. G. U. 25969 (a, d) and S. G. U. 25970 (b, c, e—g), *Obolus* conglomerate, Grönviken, Öland; arranged as though forming a single series of sections through one branch and lettered accordingly. One section (e) has been reversed to fit the series. $\times 33$ approx.

St, main stolon.
th 1—3, autothecae; th 3, autothecal stolon.
bi 2—3, bithecae; bi 3, bithecal stolon.
St 2—3, stolothecae; St 3, stolothechal stolon.

3. The Shineton Shale Material

This section is based upon the re-examination of preparations made 60 years ago from pyritized material (in soft shale) by the transfer method of the palaeobotanists.

a) Mode of Branching

It had been accepted that the method of branching in *Dictyonema flabelliforme* (and two other species) differed from that in the majority

of *Dendroidea* in that at a branching-division the triad consisted of two »budding individuals» and a bitheca in place of the two »budding individuals» and a »hydrotheca». For this view, which I now believe to be erroneous, I must myself accept responsibility (BULMAN 1927, 1938). Such a method of branching involves what must now be recognized as a distinctly unusual post-branching division (the production in each branch of an autotheca and stolotheca without the bitheca of the triad) and a type of proximal-end development which is also at variance with the normal dendroid triad divisions. It probably arose from misinterpretation of serial sections ground at too great an interval (1927, pp. 16, 19). In the section series figured (1927, fig. 7, p. 17) the »budding individual» labelled III is probably the autotheca th3, and the »budding individual» IV almost certainly divides into th4 and the two »budding individuals» V and VI between sections *h* and *j*.

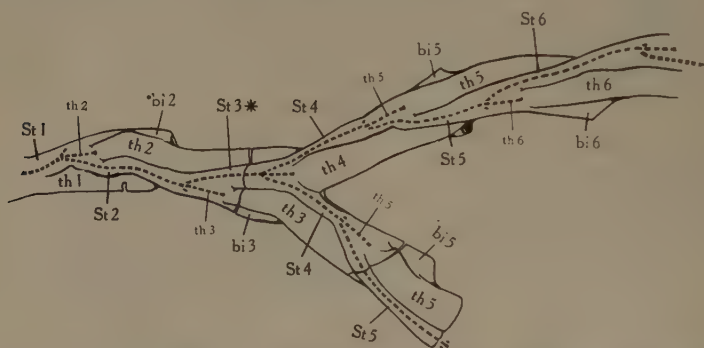


Fig. 2. Portion of a branch of *D. flabelliforme* var. *anglica*; Shineton Shales (Transition Beds) of the Wrekin District, Shropshire. Sedg. Mus. Camb., A. 22645. $\times 25$ approx. Stolon system reconstructed as heavy broken line.

St 1—6, stolothecae; branching-division marked with an asterisk.
th 1—6, autothecae; th 2—6, autothecal stolons.
bi 2—6, bithecae.

The accompanying text-fig. 2 is a drawing of the outer surface of a branching stipe of *Dictyonema flabelliforme*, interpreted in terms of a normal dendroid branching-division, with the postulated stolon-system reconstructed for greater clarity. It was hoped to obtain convincing proof of this interpretation from microtome sections of the Grönvik material, but that proved impossible for the reasons already stated. Accordingly it can only be claimed that this is an interpretation consistent with the detailed studies of microtome sections in other dendroid species; and that it is both a plausible and a possible explanation for all the *D. flabelliforme* material which I have re-examined.

In 1933 (p. 5) it was suggested that *Dictyonema estlandicum* resembled *D. flabelliforme* in its mode of branching, and in 1936 a third species, *Dendrograptus rigidus*, was added to this small group. Prior to KOZLOWSKI's recognition of the stolon-system, there was no *prima facie* cause to doubt the different interpretation here, which was in each case based on serial sections cut with the microtome from dried material in the Holm collection: material, that is to say, in which the finer details of structure had been completely obliterated.

The section series of *D. estlandicum* (1933, p. 19, fig. 8) can equally well be given the more normal interpretation:

Sect. 93; for II read III: stolon of th3 not visible.

Sect. 91, 88; for III read th3

» III¹ read III.

Sect. 85; for III read th3 } stolon of th4 not distinguishable.
» th3¹ » IV }

Sect. 82, 79, 76, 72; for th3¹ read th4.

For *Dendrograptus rigidus* (1936, pp. 21, 22, figs. 4, 5b) the section series begins too late and the sections themselves are too imperfect for detailed consideration; but Wiman's *Dendrograptus? oelandicus* to which this species seems allied has normal stipe division.

b) Development of the Proximal End

Having established that a normal stolon-system is present in *D. flabelliforme* and having shown that the normal type of branching-division is an equally possible and much more probable interpretation of observable structure, it remains to examine the effect of this on the interpretation of the proximal end of the rhabdosome. Here too a new interpretation can be offered which brings the *D. flabelliforme* structure into line with later species of the genus (and, I believe, with all true dendroids as yet known). The whole proximal end structure with its

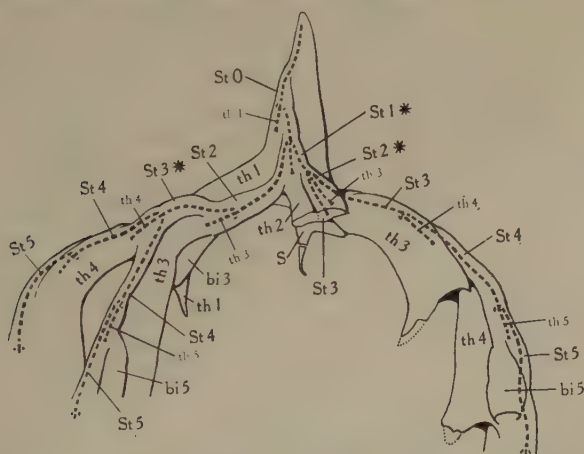


Fig. 3. Proximal end of *D. flabelliforme* var. *anglica*: Shineton Shales (Transition Beds) of the Wrekin District, Shropshire. Sedg. Mus. Camb., A. 3429. $\times 25$ approx.

Stolon system reconstructed as heavy broken line.

St 0—5, stolothecae; branching-divisions marked with an asterisk.

th 1—4, autothecae; th 1—5, autothecal stolons.

bi 3—5, bithecae.

three »primary branches» can be shown to be the result of two consecutive normal branching-divisions St1* and St2*.

The accompanying text-fig. 3 is a camera-lucida drawing of the proximal end of *D. flabelliforme* var. *anglica* several times previously figured (e.g., 1927, pl. 1, fig. 7), with the postulated stolon system inserted. From the sicula (! prosicula) is developed the »initial bud» (stolotheca 0) which gives rise to a normal triad th1, bi1 (the sicular bitheca) and St1*. Stolotheca 1* undergoes a branching-division to produce the triad th2, St2 and St2*, which latter also undergoes a branching-division giving rise to th3, St3 and St3*. Stolotheca 2 passes across in association with th1 to produce the first stipe (which shortly divides again); one stolotheca 3 remains in association with th2 to produce the second stipe; and the third »primary branch» is developed from the other St3 with th3. In the specimen figured, branch 2 is broken away at its point of origin. The whole structure is shown diagrammatically in text-fig. 4.

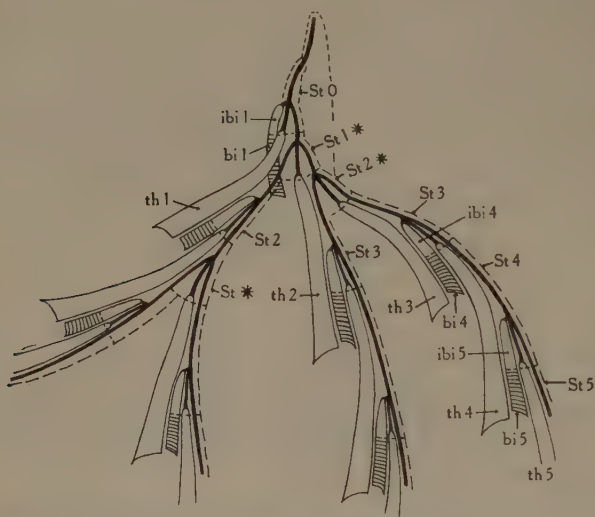


Fig. 4. Diagrammatic scheme of a right-handed proximal end of *Dictyonema flabelliforme*. Stolon-system in solid black.

St 0—5, stolothecae; branching-divisions marked with an asterisk.

th 1—5, autothecae.

bi 1—5, bithecae; proximal portions enclosed within the parent stolotheca lettered ibi, distal external portions shaded.

c) Mode of Development in *Adelograptus* and *Clonograptus*

A new interpretation of the structural relations of the proximal end in *D. flabelliforme* necessarily influences our views on the mode of development of its descendants such as *Adelograptus*, *Clonograptus*, and

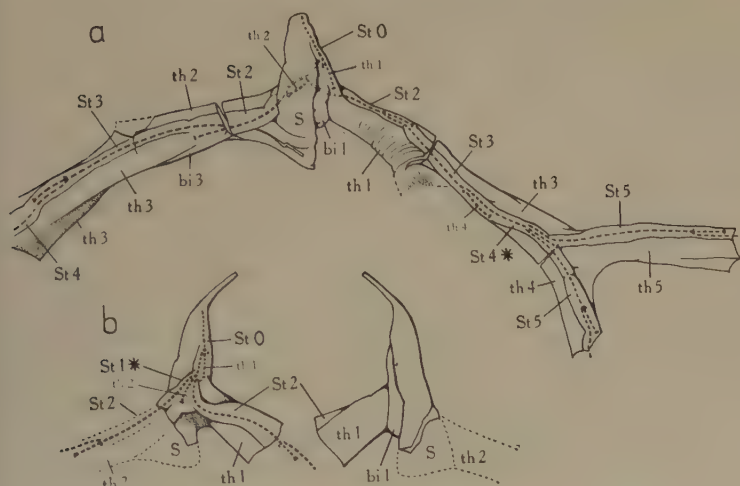


Fig. 5. *Adelograptus hunnebergensis*; Shineton Shales (Transition Beds) of the Wrekin District, Shropshire.

a, obverse view of right-handed specimen. Sedg. Mus. Camb., A. 22646. $\times 22$ approx.
b, obverse and reverse views of left-handed sticula with bases of the primary branches. Sedg. Mus. Camb., A. 22647. $\times 22$ approx.

Stolon system reconstructed as heavy broken line.

St 0—5, stolothecae; branching-divisions marked with an asterisk.

th 1—5, autothecae; th 1, 2, 4, autothechal stolons.

bi 1, sticular bitheca; other bithecae present but not clearly visible.

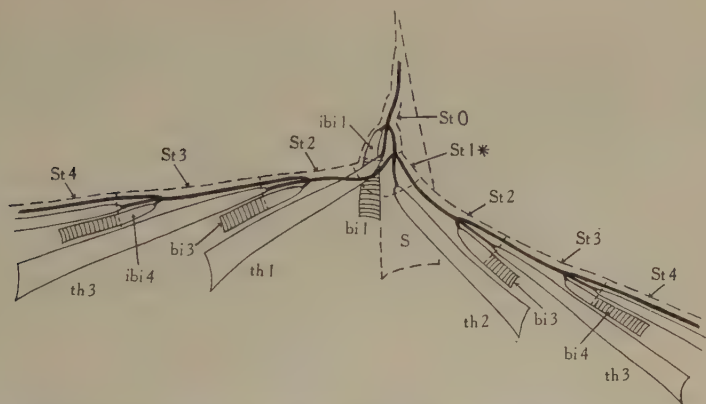


Fig. 6. Diagrammatic scheme of the proximal end in bilateral rhabdosome of *Adelograptus* (or *Clonograptus*).

Stolon system in solid black.

St 0—4, stolothecae; branching-division marked with an asterisk.

th 1—3, autothecae.

bi 1—4, bithecae; proximal portions enclosed within the parent stolothecha lettered ibi; distal external portions shaded.

Anisograptus. It is out of place in this paper to attempt any comprehensive review of these forms, but one species, *Adelograptus hunnebergensis* (MOBERG) may serve as a type. The number of »primary branches» has here been reduced to two (i. e., the rhabdosome is bilateral) which may be interpreted as the result of a normal branching-division of stolothecca 1*. In considering that the initial bud gave rise to the sicula bithecca and »apparently also to two buds each of which rapidly divides into a hydrothecca and a new bud», STUBBLEFIELD (1929) was undoubtedly influenced by existing descriptions (e. g., BULMAN 1927) of the conditions in *Dictyonema flabelliforme*.

As in *D. flabelliforme*, the »initial bud» (stolothecca 0) is now interpreted as producing the normal triad St1*, th1 and bil (the sicula bithecca) and the rhabdosome is considered to arise from the division of the second stolothecca, St1*. Subsequent branching is of the standard type (e. g., St4*), the three descendants being two stolothecae and an autothecca. One stolothecca goes over with the autothecca of the preceding generation to form one branch, while the other is composed of the stolothecca and autothecca of the same generation. Again as in *D. flabelliforme*, the stolothecca associated with the autothecca of the earlier generation is shorter than the other, and produces the necessary bithecca more rapidly, to open alongside the older autothecca (e. g., lower St5 associated with th4 as compared with upper St5 associated with th5 in text-fig. 5a).

4. References

- BULMAN, O. M. B., 1927: Monograph of British Dendroid Graptolites. Part I. — Mon. Palaeont. Soc. London.
 —, 1933: On the Graptolites prepared by Holm. VI. — Ark. f. Zool., 26 A (5). Stockholm.
 —, 1936: On the Graptolites prepared by Holm. VII. — Ibid., 28 A (17).
 —, 1938: *Graptolithina*. — Handbuch der Paläozoologie, Bd 2D. Berlin.
 —, 1941: Some Dichograptids of the Tremadocian and Lower Ordovician. — Ann. Mag. Nat. Hist., 11 (7): 100—121. London.
 KOZŁOWSKI, R., 1938: Informations préliminaires sur les Graptolithes du Tremadoc de la Pologne. — Ann. Mus. Zool. Polonici, 13 (16). Warszawa.
 —, 1947: Les affinités des Graptolithes. — Biol. Rev., 22: 93—108. Cambridge.
 STUBBLEFIELD, C. J., 1929: Notes on some early British Graptolites. — Geol. Mag., 66: 268—285. London.

Zur Diagenese der südbaltischen Schreibkreide

Von

HENNING ILLIES

(Geologisches Staatsinstitut, Hamburg)

Sammanfattning. Kritans diagenes yttrade sig i koncentrationsvandringar av kisel-syra, varvid flintlagren bildades. Företeelsen undersökes med hänsyn till dess fysikalisk-kemiska orsaker och uppfattas som kompensation av spänningarna mellan sedimentens fasta och flytande faser under den tidiga diagenesen. Närlar av kiselsvampar, som funnos i kritan, korroderades genom mikrobernas verksamhet. På detta sätt uppstod en kisel-sol, som transporterades ascendent till följd av kritlagrens sättning och anrikades nära ordytan. Då en viss koncentration uppnåts, förträngdes kritan av kolloidal kiselsyra. Processen förnyades gång på gång på samma avstånd från havsbotten, allt eftersom nya sediment avlades. Som termodynamisk orsak till denna rytmiska förträngning betraktas belastningens kontinuerliga ökning vid fortsatt sedimentering.

Unter Diagenese versteht man alle stofflichen Umgruppierungen, welche sich innerhalb einer Sedimentschicht vom Zeitpunkt ihres Absatzes bis zur Dislokation in den Bereich der Metamorphose oder der Verwitterung vollziehen. Es ist die natürliche Alterung eines Sediments, seine Gesteinswerdung, seine Anpassung an die unter der zunehmenden Auflast sich ändernden äusseren Bedingungen: Druck, Temperatur und Volumen. In seinen Anfangsstadien wird der Prozess durch die Lebenstätigkeit von Bodenorganismen beeinflusst.

Trotz dieses eng umrissenen Ablaufes ist die Diagenese wohl das gegenwärtig am wenigsten geklärte Teilstück erdgeschichtlicher Vorgänge. Denn die Vorgänge sind keiner direkten Beobachtung zugänglich. Sie vollziehen sich in grösseren Tiefen, zumeist unter Wasserbedeckung. Zugänglich sind nur ihre Wirkungen und auch nur dort, wo diagenetisch umgeprägte Sedimente an die Erdoberfläche gehoben sind. Dort ist aber der Prozess bereits abgeschlossen und andere Einwirkungen, wie die der Bodenbildung, sind an seine Stelle getreten und müssen zum Erkennen der Diagenese in Abzug gebracht werden. Weiter ist es bisher nur in wenigen Fällen gelungen, gesteinsbildende Vorgänge im Experiment zu wiederholen. Denn die am geologischen Objekt wirksam gewesenen Kräfte können in ihrem zeitlichen Verlauf und ihren räumlichen Ausmassen im Versuch nicht gestellt werden. Die vorliegende Arbeit stellt den Versuch dar, die Diagenese auf eine breitere physikalisch-chemische Diskussionsgrundlage zu stellen, etwa in gleicher Weise, wie dies für die eigentliche Thermometamorphose bereits seit geraumer Zeit geschehen ist. Als Beispiel wurde die baltische Schreibkreide mit ihren Feuersteinlagen gewählt. Die zugrunde gelegten Ge-

ländebeobachtungen wurden im Obersenon von Hemmoor, Lägerdorf und Lüneburg vorgenommen. Eingehendere Untersuchungen sollen folgen.

Die Schreibkreide Nordeuropas wird grösstenteils in mehr oder weniger regelmässigen Abständen von Feuersteinlagen durchzogen. Feuersteine sind mannigfach geformte Knollen, bestehend aus einem innigen Gemenge von feinfaserigem Chalzedon mit wasserhaltiger Kieselsäure. Die Kieselsäuremassen, welche zur Feuersteinbildung führten, entstammen organogenem Skeletttopal, der der Kreide als Kieselschwammnadeln mehr oder weniger gleichmässig eingestreut ist. Ein Teil dieser Opalskelette ist gelöst worden, es haben Konzentrationswanderungen stattgefunden, die zu einer lagenweisen Wiederausscheidung der Kieselsäure führten. Da die Feuersteine eine gefüge- und volumentreue Nachbildung vorher vorhanden gewesenen Kreideschlammes darstellen, erfolgte die Abscheidung durch metasomatische Verdrängung der Kreide. Soweit stimmen im wesentlichen die neueren Anschauungen über die Feuersteinfrage überein (GRIPP, WROOST, W. WETZEL). GRIPP (1933) konnte zeigen, dass vor der Verdrängung bereits eine wesentliche Setzung der Kreideschichten eingetreten war. Nach VOIGT (1929) war die Setzung jedoch noch nicht völlig abgeschlossen.

Neuere, umfassende Beobachtungen zum Feuersteinproblem stammen von W. WETZEL, dessen weitreichende Untersuchungen auf dem Gebiet der Sedimentdiagenese eine wesentliche Grundlage dieser Arbeit darstellen. WETZEL konnte in mehreren Arbeiten den Nachweis erbringen, dass sich ein grosser Teil der Feuersteine noch in einem sehr frühzeitigen, wasserreichen Stadium der Kreidediagenese gebildet hat. An dieser Stelle sei nur an die detaillierte Erhaltung organischer Feinstrukturen (vergl. die diesbezüglichen Untersuchungen von O. WETZEL), die Funde von Feuersteingeröllern als Magensteine eines danzeitlichen Gavials (TROEDSSON 1923), sowie an die Feststellung erinnert, dass die Feuersteinbildung vor der Paläozäntransgression bereits abgeschlossen gewesen sein muss. Die Feuersteinbildung ist demnach nicht als einmaliger Akt aufzufassen, sondern es setzte jedesmal von neuem die Verdrängung ein, wenn sich eine bestimmte Menge Meeresschlamm darübergelegt hatte. Jede einzelne Feuersteinlage hat sich in nicht allzu grossem Abstände vom Meeresboden abgeschieden.

Zahlreiche Befunde deuten auf einen gelartigen Erstzustand der Feuersteine hin (W. WETZEL 1937). So zeigen zahlreiche Knollen Gelstrukturen und eine gekröseartige Oberfläche, welche den formgebenden Einfluss von Oberflächenspannungen verrät. Schliesslich weisen

reinen subaquatischen Rutschungen in Feuersteinlagen von Lägerdorf darauf hin, dass die innere Reibung in den Feuersteinlagen primär sogar geringer als in dem umgebenden Kreideschlamm war. Die Art der Verdrängung und die Unbeständigkeit molekulardisperser Kieselsäure machen es wahrscheinlich, dass auch die die Verdrängung bedingenden Konzentrationswanderungen bereits in kolloider Lösung vorstatten gingen (s. u.). Der Verdrängung ging somit ein In-Lösung-gehen organogener Opalsubstanz im Sediment voraus. Entsprechend der primären Verteilung der festen Kieselsäure ist auch deren Korrosion mehr oder weniger gleichmässig erfolgt. Nesterweise wurden allerdings geringe Unterschiede festgestellt, und es hat bisweilen den Anschein, als seien die Schwammnadeln in unmittelbarer Umgebung der Feuersteinlagen weniger korrodiert als in grösserer Entfernung. Für die Kiesellösung kommen in erster Linie alkalische Lösungsmittel in Frage, da die im Sedimentwasser gelöste Kohlensäure durch den Kalk gepuffert wurde. Schwankungen der Wasserstoffionenkonzentration des Sedimentwassers werden unter rezenten Bedingungen durch die mikrobielle Tätigkeit im Meeresboden hervorgerufen (KALLE 1943). Durch die bakterielle Zersetzung der organischen Sedimentkomponente wird der im Meerwasser vorhandene Sauerstoff mit zunehmender Sedimenttiefe nach und nach verbraucht. Die bei der Fäulnis freiwerdenden Ammoniumverbindungen werden in höheren, sauerstoffhaltigen Schichten durch Nitrit- bzw. Nitratbildner umgesetzt. Da die Kreide im baltischen Raum zahlreiche Reste benthonischer, sauerstoffveratmender Organismen beherbergt, dürfte sie überall in sauerstoffhaltigem Wasser zum Absatz gelangt sein. Die zahlreichen Schwefeleisenkonkretionen in der Kreide bezeugen weiter, dass auch bei der Kreidesedimentation mikrobielle Lebensvorgänge mitgewirkt haben. Man ist daher berechtigt, sich entsprechende Verhältnisse am Boden des Kreidemeeres vorzustellen.

Die Markasit- und Pyritaggregate werden teils von Feuersteinbildungen umschlossen, teils sind sie auf den Feuersteinknollen aufgewachsen. Da das Schwefeleisen seine Entstehung der Lebenstätigkeit von Schwefelbakterien verdankt, folgt daraus, dass die Feuersteinbildung mit der bakteriellen Tätigkeit im Meeresboden zeitlich zusammenfällt. Die Zone mikrobieller Zersetzung der organischen Komponente ist gleichzeitig die einzige, in der in dem sonst fast reinen Kalkschlamm eine gleichmässige Produktion opallösender Stoffe — im wesentlichen wohl in Form des Ammoniaks — erklärlich scheint. In ihr ist ein wesentlicher Teil der zunächst unversehrt ins Sediment gelangten Schwammnadeln korrodiert worden.

Anknüpfend an BENDEL (1944) sind wir berechtigt, Böden, und somit

auch Meeresböden, als disperse Systeme zu verstehen, die sich aus mehreren mineralischen, festen Phasen zusammensetzen, welche in einem gemeinsamen Dispersionsmittel, der flüssigen Phase, dispergiert sind. Durch den Lösungsvorgang wurde frühdiagenetisch ein Teil der Kieselsäure von einer festen in die flüssige Phase des Sediments überführt, wobei unter Phasen Bereiche konstanter Dichte und konstanter Zusammensetzung verstanden seien. Nach EITEL (1941) ist jedoch der molekulardisperse (echte) Lösungszustand der Kieselsäure sehr instabil und geht binnen kurzem von selbst in den kolloiden Solzustand über. Die langandauernden diagenetischen Entmischungsvorgänge sind daher nur im kolloiden Bereich vorstellbar. Da ein Kiesel-sol nur geringe Diffusionsgeschwindigkeit und geringen osmotischen Druck zu entwickeln vermag, muss für die diagenetischen Konzentrationswanderungen eine passive Verfrachtung durch Bewegungen des Dispersionsmittels angenommen werden.

Die Existenz frühdiagenetischer Strömungen der flüssigen Phase des sedimentären Systems kann aus Schwundeffekten in der Kreide mit Hilfe der Setzungstheorie ohne weiteres erklärt werden. Alle dünn-schaligen Fossilreste wie Ammoniten, Schnecken, Grabgänge etc. sind in der Horizontalen auf etwa die Hälfte ihrer Primärdicke flachgepresst. Die Erscheinung rührt daher, dass jedes Kreideteilchen infolge seiner feindispersen Oberflächenzerteilung beim Ablagerungsvorgang von einem Haftwasserfilm umgeben war. An der Oberfläche feindisperser Teilchen werden durch Grenzflächenkräfte die im Wassermolekül vorkommenden Abstände verändert, wodurch an der Teilchengrenze Dichte und Viskosität vom normalen Wasser verschieden sind. Haftwasserfilme bleiben im Sediment solange beständig, bis die wachsende Auflast den Adsorptionsdruck übersteigt. Das freiwerdende Wasser wird als linear azendente Porenwasserströmung ins Meerwasser zurückgepresst. Der dabei entstehende Volumenschwund des Sedimentes wird als Setzung bezeichnet (v. TERZAGHI und FRÖHLICH 1936). In jeder einzelnen Schicht waren während der Setzung nur die Teile des Haftwassers beständig, deren Druck mit der Gesamtauflast im Gleichgewicht stand. Die auf einem Spannungsausgleich zwischen festen und flüssigen Sedimentkomponenten beruhende frühdiagenetische Setzung der Kreide war daher mit einer Zunahme der Sedimentdichte verbunden.

Es liess sich wahrscheinlich machen, dass die flüssige Phase zeitweilig aus einer Kieselsole bestand, d. h. eigentlich aus zwei Bereichen, welche durch molekulare Kräfte in Dispersion koexistierten. Zwar sind lyophile Kolloide infolge Quellung in ihren Eigenschaften dem Dispersionsmittel weitgehend angeglichen. Bei der mechanischen Bear-

pruchung durch einen säkulären Spannungsausgleich beim Setzungsorgang kann eine solche Lösung nicht als stabil angenommen werden, zumal der Ort des Spannungsausgleiches infolge Dichteunterschiedes für den dispersen Bereich keinesfalls der gleiche wie für das Dispersionsmittel gewesen sein kann. Der heutige Effekt weist ja auch darauf hin, dass der Druckausgleich für das Sedimentwasser ausserhalb des Meeresbodens stattgefunden hat (Setzung), während die kolloide Substanz im Meeresboden verblieben ist. Für die kolloiden Kieselsäureteilchen fand der Spannungsausgleich bereits dort statt, wo sie bei ihrer azsendenten Wanderung in eine Zone des Meeresschlammes gerieten, deren Dichte der ihrigen gleich war. Herr Prof. LAATSCH machte mich freundlicherweise darauf aufmerksam, dass wir in diesen oberen sauerstoffreicheren Schichten gleichzeitig mit einer verstärkten bakteriellen Nitrifikation des Ammoniaks und damit einer Entbasung des Sedimentwassers zu rechnen haben. Während in einer unteren Zone des Meeresbodens Lösung der Opalskelette und azsenderter Lösungs-transport anzunehmen ist, waren in einer oberen, wasserreichen, oxydativen Zone diese Voraussetzungen nicht erfüllt. Bei fortlaufender Sedimentation verschob sich die Grenze zwischen beiden Zonen um ein gleiches Mass nach aufwärts, wobei die azsendente Kieselsäurezufuhr anhielt. Aus diesen Folgerungen lässt sich eine kontinuierlich zunehmende Konzentration der Kieselsäure in konstantem Abstände vom Meeresboden ableiten, da ja jede neu zum Absatz gelangende Schicht dem Sediment weitere Kieselsäure zuführte.

Verdrängungserscheinungen und Feuersteinentstehung

In der Schreibkreide finden sich häufig Kieselschwammnadeln, die vollständig durch Kalk ersetzt sind, wie umgekehrt durch Kiesel ersetzte Kalkkörperchen. Nur in bevorzugten Zonen, den Feuersteinlagen, hat ausschliessliche Kalkverdrängung stattgefunden. Es hat demzufolge ein labiles Verdrängungsgleichgewicht bestanden, welches örtlich zu geringen Reaktionen in beiden Richtungen führte. Nur in den heutigen Feuersteinlagen hat ausschliessliche Verdrängung in einer Richtung stattgefunden. Metasomatische Verdrängungsprozesse werden heute als heterogene Gleichgewichtsreaktionen aufgefasst (SCHNEIDER-ROHN 1941). Die Richtung ihres Verlaufes wird daher durch Konzentration bzw. Partialdruck der Reaktionspartner bestimmt, d. h. bei Konzentrationsverschiebungen können Metasom und Palasom ihre Rollen vertauschen. Wenn sich nun in einer Zone in bestimmtem Abstände vom Meeresboden, in der überdies verringerte Kiesellöslichkeit bestand, die Konzentration der Kieselsäure erhöhte, so wurde bald der Wert

überschritten, über dem ein Verdrängungseffekt nur noch in einer Richtung möglich war.

Der Zeitpunkt eines tatsächlichen Reaktionsbeginns ist, allgemein gesprochen, von der Reaktionsgeschwindigkeit abhängig. Erst ein bestimmtes Konzentrationsungleichgewicht liefert die Anregungsenergie zum tatsächlichen Reaktionsbeginn. Die Anregungsenergie wird von Katalysatoren beeinflusst und, da die Metasomatose ein Grenzflächenvorgang ist, von der Beschaffenheit der Grenzflächen. Die Reaktionsgeschwindigkeit war daher umso grösser, je feiner die Zerteilung der zu verdrängenden Kreide war. Andererseits war die Durchströmungsfähigkeit umso grösser, je gröber dispers das Sediment. Für die Verdrängungsgeschwindigkeit bestand mithin ein Optimum im Zerteilungsgrad des Sediments (BAIN 1936). Die Abhängigkeit wird dort sichtbar, wo sich in einer Feuersteinlage Fossilreste oder Grab-schächte benthonischer Organismen befinden. In ihnen war infolge verzögerter Setzung bzw. der Darmtätigkeit des Erzeugers die Dispersität von der Umgebung verschieden. Von dem Verhältnis beider Zerteilungsgrade zum Optimalwert hing es ab, ob in den Einschlüssen die Verdrängung bevorzugt oder benachteiligt erfolgte. Beide Fälle wurden lagenweise gesondert beobachtet und haben im Schrifttum mehrfach Anlass zu gegenteiligen Deutungsversuchen gegeben. Wird eine Feuersteinknolle von kalkschaligen Fossilresten durchragt, so zeigt deren Oberfläche an dieser Stelle eine meniskusartige Einkrümmung zum Fossilrest hin, woraus sich ebenfalls abweichende Grenzflächenspannungen während der Verdrängung ableiten lassen. Teilchen mit geringerer Oberflächenzerteilung und grössere Kalzitkristalle sind von der Verdrängung nicht betroffen. So sind auch grobschalige Fossilreste meist wohl erhalten im Feuerstein bewahrt.

Im Gegensatz zur reinen Schreibkreide ist die tonige Plänerfazies der Oberkreide meist frei von Feuersteinen, obwohl auch in ihr sehr reichlich korrodierte Schwammnadeln vorkommen. Dagegen ist sie durch Häutchen und Schnüre toniger Zwischenmittel gekennzeichnet, welche sich meist aus kolloidalen Tonmineralien der Montmorillonitgruppe zusammensetzen (vergl. ENDELL, HOFMANN und MAEGDEFRAU 1935). Da sich diese Tonhäutchen nicht nur auf Schichtflächen sondern auch auf diagonalen Ablösungsflächen finden, sind sie ebenfalls als Produkt einer diagenetischen Entmischung und nicht eines primären Sedimentationsrhythmus zu verstehen. In den vom mitteldeutschen Festland beeinflussten Gebieten des Kreidemeeres wurden dem Sediment in stärkerem Grade tonige Verwitterungsprodukte zugeführt. Soweit es sich um allitische Verwitterungsprodukte handelte, scheinen sie sich mit den Kieselolen zu Tonerdekomplexen verbunden zu haben.

Eine Erklärung wird dadurch erleichtert, dass kolloides Aluminiumhydroxyd eine entgegengesetzte elektrische Ladung besitzt wie das Kieselzol. Beide können daher in einer Lösung nicht koexistieren, sondern verbinden sich zu Tonerdekomplexen, die bis zum Übergang in den kristallinen Zustand einer ähnlichen azendenten Konzentrationsänderung unterlegen gewesen sein dürften, wie in der reinen Schreibkreidefazies die Kieselsole bzw. Kieselsäure-Humussole. Für diese Anschauung sprechen die Untersuchungen von R. HEINZ (1930), der in Lüneburg, wo fazielle Übergangsglieder zwischen tonreichem Pläner und reiner Schreibkreide zu Tage treten, eindeutige genetische Zusammenhänge zwischen Tonbestegen und Feuersteinlagen feststellen konnte. Offenbar reichte in den betreffenden Sedimenten die Zufuhr toniger Verwitterungsprodukte nicht mehr zur vollständigen Bindung der gelösten Kieselsäure aus, sodass sich darüberhinaus noch Feuersteinlagen abscheiden konnten.

In grobkörnigen Kalken ist die Verdrängungsgeschwindigkeit infolge verringerter Wirkung von Grenzflächenkatalysatoren ebenfalls entsprechend geringer anzunehmen. Verdrängungserscheinungen finden sich dort nur, wenn die übrigen Voraussetzungen entsprechend günstiger waren, z. B. reichlichere Zufuhr von Kieselsäure und organischen Substanzen in der Küstenfazies (Trümmerkreide).

Die Erkenntnis der Wirksamkeit von Grenzflächenkatalysatoren führt zu der Folgerung, dass auch der Abstand der einzelnen Feuersteinlagen voneinander mit von der Dispersität beeinflusst gewesen sein muss. War in einer Feuersteinlage zwischen den Verdrängungspartnern Gleichgewicht eingetreten, so bedurfte es des Absatzes einer Schicht von ganz bestimmter Mächtigkeit, bis sich von neuem — diesmal entsprechend höher — das zum erneuten Reaktionsbeginn erforderliche Ungleichgewicht einstellte. Unter der Vorgabe gleichbleibender Sedimentationsverhältnisse blieb also der Abstand zwischen einer Feuersteinlage und der jeweils nächsthöheren Verdrängungsfront konstant. Die einzelnen Lagen rückten durch die fortlaufende Sedimentation allmählich immer tiefer unter den Meeresboden und durchwanderten dabei eine Zone, in der Schwammnadeln durch bakterielle Lebenstätigkeit korrodiert wurden. Infolge der Wirksamkeit ihrer Masse verhielten sich die einmal abgeschiedenen Kieselkonkretionen jedoch weiterhin als Abscheidungskerne, indem sie in den aufsteigenden Porenlösungen einen Austausch Kieselsäure gegen Kalk bewirkten. Das von der Porenwasserströmung mitgeführte Kieselzol schien gleichzeitig als Schutzkolloid für kolloidale organische Stoffe gewirkt zu haben, welche in den Feuersteinen als dunkelfärbende Substanzen angereichert sind (fossile Jauche W. WETZEL's). So sind in jeder Feuersteinlage bzw.

Tonbesteg Stoffe zur Ausscheidung gelangt, die zwischen ihr und der nächsttieferen Lage gelöst wurden.

Indem der zeitliche Verlauf der Setzung und auch die Durchlüftung in erster Linie von dem Zerteilungsgrad des Sediments abhängig sind, wird auch der senkrechte Abstand der obersten Verdrängungsfront zum Meeresboden zu einer Funktion des Dispersitätsgrades. Diese Beziehung dürfte für die äussere Form der Feuersteinknollen von Bedeutung gewesen sein, indem ja mit zunehmendem Abstand vom Meeresboden, d. h. mit zunehmender Auflast die relative Wirksamkeit von Oberflächenspannungen einer Gelmasse geringer wird (Übergang von kugeligen zu plattigen Konkretionen). Das ascendente Vordringen einer Anreicherungszone war als eine physikalisch-chemische Spannungseinstellung von der Sedimentationsgeschwindigkeit beeinflusst. Daher war auch die vertikale Wachstumsgeschwindigkeit der Einzelknollen von der Sedimentationsgeschwindigkeit abhängig. So lassen Lagen, die aus einzelnen vertikal gestreckten Formen bestehen, auf schnelle Sedimentation bzw. langsame Verdrängung schliessen.

Über den absoluten Abstand zwischen Meeresboden und oberster Verdrängungsfront lassen sich vorerst noch keine sicheren Angaben machen. Immerhin haben Bohrungen in rezenten Meeresschlickten gezeigt, dass stärkere Setzungen oft erst in einigen 10 Meter Tiefe einsetzen und auch die bakterielle Tätigkeit noch bis in diese Tiefen hineinreicht.

Jede einzelne Feuersteinlage ist als mechanisch-chemische Spannungseinstellung theoretisch nicht der Schicht parallel, welche sie heute aufnimmt, sondern derjenigen, welche während der Verdrängung den Meeresboden verkörperte. Wegen der gleichmässigen Sedimentation des Kreidemeeres fallen beide Flächen in vielen Fällen zusammen. Gelegentlich wurden auch Feuersteinlagen festgestellt, die nach diagonal zur Schichtungsebene verlaufenden X-Flächen orientiert waren (Lüneburg).

Immerhin weist diese Erkenntnis auf interessante Parallelererscheinungen bei der festländischen Bodenbildung. Die Entstehung von Fällungszonen (z. B. Ortstein) in den tieferen Horizonten festländischer Böden verläuft im Prinzip ähnlich (LAATSCH 1944). Ein grundlegender Unterschied besteht allerdings in dem entgegengesetzten Sinn des Sedimentationsgefälles (am Meeresboden positiv, auf dem Festlande negativ) sowie der Richtung der Lösungszufuhr (am Meeresboden azendent, auf dem Festlande deszendend). Hierdurch bleiben in geologischen Schichten marine Bodenbildungen im allgemeinen erhalten, festländische nicht. Auf einer Verwechslung beider Prinzipien beruht die Sickerwasserhypothese, nach der die Feuersteinlagen als eine Art festländische Bodenbildung aufzufassen sind (WROOST 1936).

Da die Feuersteinlagen selten aus durchgehenden Bänken sondern aus flächenhaft aneinandergereihten Knollen bestehen, hat nicht nur ein Konzentrationsgrossgefälle in der Vertikalen sondern auch innerhalb der Verdrängungsfront ein Kleingefälle existiert. Letzteres war

jedoch schon durch die Tatsache gegeben, dass die Verdrängung zuerst an Punkten mit optimalen Abscheidungsbedingungen einsetzte.

Da die Verdrängung unter Beibehaltung von Gefüge und Volumen des ursprünglichen Kreidesedimentes erfolgte, ist sie nicht als einfache, stöchiometrisch fassbare Reaktion vorstellbar. Es ist vielmehr zwischen der Lösung eines bestimmten Volumens fester Kalksubstanz und der entsprechenden Abscheidung fester Kieselsäure zu unterscheiden. Mit CORRENS (1925) ist anzunehmen, dass einerseits schwach saures Kieselgel durch Wasserabgabe auf die Kreide lösend wirkte, andererseits die dabei entstehende, schwach alkalische Lösung ihrerseits weitere Kieselabscheidung bedingte. Dass eine direkte Beziehung zwischen beiden Vorgängen bestand, geht schon daraus hervor, dass primäre Sedimenthöhlräume, z. B. in Seeiegeln, auch nach der Verkieselung noch als Hohlräume bestehen. An Dünnschliffen ist vielfach zu beobachten, dass die Verkieselung zunächst an den Korngrenzen einsetzte und schliesslich zu einer Verdrängung des gesamten feinkörnigen Kalkes einschliesslich des freien Porenraumes führte (vergl. STORZ 1931).

Die durch die Synärese freigewordene Flüssigkeit wurde als Porenwasserströmung ins Meerwasser zurückgepresst. Sie entführte gleichzeitig dem Sediment die durch die Verdrängung gelösten Kalkmassen. Dieser örtlich verstärkte Flüssigkeitsaustausch hatte in der Umgebung der Feuersteinlagen häufig eine Kornvergrösserung der Kreide zur Folge. Der Vorgang schien bisweilen das Weiterwachstum der Knollen derart behindert zu haben, dass sich kurz darüber eine neue Lage bildete. Es kam zur Ausbildung der bekannten Doppellagen.

Die Feuersteinbildung ist zeitlich an die auf die Frühdiagenese beschränkten Prozesse der mikrobiellen Lebenstätigkeit und der Setzung gebunden. Ferner wurde schon anfangs bemerkt, dass durch die Verdrängung die feste Gerüstsubstanz des Kalkschlammes schichtweise durch ein zunächst latentflüssiges Gel ersetzt wurde. Eine derartige Umsetzung konnte sich nur vollziehen, solange ein hinreichend grosser Porenwasserüberdruck die Auflast der hangenden Festsubstanz abfiel. D. h. die Feuersteinbildung war nur möglich, wenn der Teildruck der Festsubstanz durch die bei der Verdrängung freiwerdenden Energien überwunden werden konnte. Mit zunehmender Auflast wurde jedoch der Teildruck der Festsubstanz relativ immer grösser. Eine Verdrängung, welche die unter höherer Beanspruchung stehende, dichtere Gerüstsubstanz einer Schicht durch ein zunächst latentflüssiges Gel ersetzt, würde einen Wärmeverbrauch erfordern, der aus dem System selbst heraus nicht mehr gedeckt werden kann. Bei der Diagenese kann man also nicht damit rechnen, dass dem Gestein von dritter Seite Energien zugeführt wurden, wie das etwa in der Kontakt- oder Ganggefölschaft

der Fall ist. Diagenetische Verdrängungen gehorchen dem allgemeinen Gesetz, nach dem sich in jeder einzelnen Schicht bei Zunahme der geologischen Auflast stoffliche Umsetzungen nur in der Richtung vollziehen, welche die äussere Beanspruchung aufbraucht. Wenn die Verfechter der Sickerwasserhypothese für den Transport der Kieselsäure eine rhythmische, endotherme Reaktivierung der Kieselsäure bis in viele hundert Meter Tiefe fordern, so würde das ein neues perpetuum mobile bedeuten. Zwar ist WROOST (1936) zuzustimmen, wenn er die rhythmische Verdrängung als physikalisch-chemischen Schwingungsvorgang nach Art der Liesegang'schen Ringe anspricht. Solange aber die Sedimentoberfläche die gleiche bleibt, klingt ein derartiger Rhythmus nach der Tiefe zu schnell ab, wie uns die Bodenkunde lehrt.

Literatur

- BAIN, G. W., 1936: Mechanics of metasomatism. — *Econ. Geol.*, 31: 505—526.
 BENDEL, L., 1944: *Ingenieurgeologie*. I. Wien.
 BOYDELL, H. C., 1926: A discussion on metasomatism and the linear »force of growing crystals«. — *Econ. Geol.*, 21: 1—55.
 CORRENS, C. W., 1925: Über Verkieselung von Sedimentgesteinen. — *N. Jb. Min., Beil.* Bd. 52 (A): 170—181.
 EITEL, W., 1941: *Physikalische Chemie der Silikate*. 2. Aufl. Leipzig.
 ENDELL, K., HOFMANN, U. und MAEGDEFRAU, E., 1935: Über die Natur des Tonanteils in Rohstoffen der deutschen Zementindustrie. — *Zement*, 24: 625—633.
 GRIPP, K., 1933: Tunnelfährten aus Feuerstein und die Entstehung des Feuersteins. — *Mitt. Min.-Geol. Staatsinst. Hamb.*, 14: 23—40.
 HEINZ, R., 1930: Geologische Beobachtungen zur Bildungsweise und Entstehungszeit des Feuersteins und zum Schichtungsproblem. — *Jahresb. Niedersächs. Geol. Ver.*, 23: 1—24.
 KALLE, K., 1943: *Der Stoffhaushalt des Meeres*. Leipzig.
 LAATSCH, W., 1944: *Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden*. 2. Aufl. Dresden.
 SCHNEIDERHÖHN, H., 1941: *Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde*. I. Jena.
 STORZ, M., 1928—31: Die sekundäre authigene Kieselsäure in ihrer petrographisch-geologischen Bedeutung. I—II. Berlin.
 TERZAGHI, K. und FRÖHLICH, O. K., 1936: *Theorie der Setzung von Tonschichten*. Leipzig.
 TROEDSSON, G. T., 1923: Om krokodilfynden i Skånes yngsta krita. — *Geol. Fören. Förh.*, 45: 546—566.
 VOIGT, E., 1929: Die Lithogenese der Flach- und Tiefwassersedimente des jüngeren Oberkreidemeeres. — *Jb. Hall. Verb., N. F.*, 8.
 WETZEL, W., 1937: Die Entstehungsgeschichte verschiedener Arten von Kreidefeuernsteinen. — *Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.*, 89: 365—384.
 WROOST, V., 1936: Vorgänge der Kieslung am Beispiel des Feuersteins der Kreide. — *Abh. Senck. Nat. Ges.*, 432: 1—68.

Blottningar av äldre delar av Danienformationen i Sverige

Av

F. BROTZEN

(Deutsche Zusammenfassung)

Genom äldre och nyare borrhål i Malmöområdet känna vi hela profilen av danienformationen i Sverige och dessutom kontakten mellan danien och senon. Detta har särskild betydelse, eftersom danienblottningar i Klagshamns-, Limhamns- och Östratorpsbrotten uppvisa endast daniens övre delar. Förut visste man icke, vilken av de små blottningarna av danien i Sverige, som tillhörde de äldre delarna. De djupborrningar, som utfördes från 1938 till 1949, gävo endast mindre borrhåll, som innehålla blott få makrofossil.

År 1938 hade jag i samband med Skåneundersökningarna efter olja och salt tillfälle att besöka en kortvarig blottning, vilken tillhörde äldre danien och innehöll talrika makro- och mikrofossil. Hamnförvaltningen i Trelleborg höll på att bygga en ny bassäng NV om de befintliga hamnanläggningarna (fig. 1). Bassängen har olika djup. Största delen i SV har ett djup av 5 m under medelvattenytan (M. V. Y.), och en icke så



Fig. 1. Plankarta över Trelleborgs hamnanläggning.

bred segelränna vid kajmuren på NV sidan är 7 m djup. Man hade att gräva ned en fundamentgrav för kajmuren, vilken skulle ligga 2 m djupare. Därigenom blev en profil på c:a 9 m tillgänglig. SV delen av bassängen blev utschaktad redan 1937. Utschaktningen träffade endast kvartära lager. De under hösten 1938 pågående arbetena i segelränna träffade på nordsidan och i mitten lerblandad kalk, vilken försvann på sydsidan. Denna kalk var glacialt kraftigt upparbetad och blandad med moränmaterial. Först i kajmurens fundamentgrop funnos ostörda lager men arbetet gick så hastigt framåt, att ingjutningen följde omedelbart på nedgrävningen. Vid mitt besök var nordänden redan ingjuten, men sista biten blott nedgrävd. Fig. 2 visar bilden i oktober. På bilden högra sida ser man NV väggen från S mot N. Här har man följande profil:

- A = ett mindre parti med humus,
- B = grövre rullstenar,
- C = skiktat fingerus,
- D = morän,
- E = moränblandad kalk.

Det sistnämnda lagret börjar på nordsidan på 5 m:s djup och sänker sig långsamt mot S till mitten, men därifrån blir sänkningen hastigare



Fig. 2. Norra sidan av hamnbassängen under byggnad 1938.

lls det helt och hållet försvinner på sydsidan. Fundamentgropen är
 ynlig på mitten av avbildningen, och norra änden är färdiggjuten. Här
 r det lätt att följa lagren på grund av att några flinthorisonter hålla
 g nästan konstanta över hela längden. Lagren ligga från N änden till
 mitten nästan horisontellt, sedan bilda de ett litet valv och stupa där-
 å plötsligt åt SV.

Till vänster på fig. 2 ser man den 2.5 m höga stegen från 7 m-nivån
 till 5 m-nivån, vilken visar en liknande profil som de motsvarande de-
 rna på nordvästsidan.

De provborrningar, vilka hamnstyrelsen utförde i jan. och febr. 1938,
 tvisa ett liknande förhållande beträffande den fasta grunden med
 ndantag av att stupningen i sydvästra hörnet är brantare. Påfallande
 r, att den orörda kritytan mer eller mindre överensstämmer med de
 ektioniska förhållandena. Sålunda är gränsen mellan kvartären och
 ritan i norra delen nästan horisontell. Men i sydvästra hörnet, där
 ritlagren stupa ganska brant, är även moränen djupt nedskuren. För-
 laringen är möjligtvis den, att flintlagren bjuda motstånd mot alla
 morfologiska förändringar.

De två övre meterna av kritan visa här och där frostfenomen, och av
 denna anledning var det möjligt, att moränmaterialet intensivt kunde
 landas med kalken på dessa ställen.

Kalken är huvudsakligen kritliknande och består till största delen
 v bryozoeer eller finmalda rester av dessa. Färgen är vitgrå, mestadels
 r kalken lerartat mjuk, men här och där finnas hårda partier. Makro-
 unan är sparsam, sjöborrar dominera, och *Terebratula* är icke sällsynt.
 öljande former insamlades:

Echinocorys sulcatus GOLDF.

Echinocorys cf. *ovatus* LESKE

Ostrea vesicularis LAM.

Crania ignabergensis var. *costata* SOW.

Gibbithyris (*Terebratula*) *subrotunda* SOW.

Terebratulina striata var. *crysalis* SCHLOT.

Megathyris posselti BR. N.

Pentacrinus paucicirrhus BR. N.

Temnocidaris danica DES.

Tylocidaris vexillifera SCHL. var. *brünnichi* RAVN

Tylocidaris vexillifera var. *abildgaardi* RAVN

Salenia pygmaea V. HAG.

Asteroid

Serpulinidae.

(Dr R. HÄGG hade vänligheten att bestämma de anförda musslorna
 ch brachiopoderna.)

Ingen av dessa former är i och för sig bestämmande för dessa lagerålder. Taggar av *Tylocidaris vexillifera* var. *abildgaardii* och var. *brünnichi*, *Echinocorys* cf. *ovatus* och *Gibbithyris subrotunda* giva åt dessa lager en speciell karaktär. *Echinocorys* cf. *ovata* föreligger i två exemplar, vilka äro så dåligt bevarade, att bestämningen blir ganska osäker. I alla fall äro exemplaren betydligt större än *E. sulcatus* och ha andra former. *E. ovatus* är funnen i Danmark endast i Cerithiumkalken eller senon, men icke bryozokalken. *Tylocidaris vexillifera*s former motsvarar delvis var. »*abildgaardii*» RAVN, till största delen höra de dock till den utvecklade typen av var. *brünnichi*, vilken här är betydligt mindre och sparsammare ornamenterad än exempelvis typerna från Limhamn. Därför kan man våga anse lagren jämnåldriga med äldre bryozokalken i Danmark. Även *Gibbithyris subrotunda* kan vara karakteristisk för lagren i fråga. Denna brachiopod är mindre än avbildningarna hos HADDING (1919) och bär en särskilt stor foramen på ett starkt framskjutet rostrum. Enligt min mening måste man skilja alla danienformer från *G. subrotunda*, vilken art är uppställd på grundval av senonmaterial. Emellertid är mitt material ej tillräckligt för ett slutgiltigt bedömande. Alla exemplar i Trelleborgs hamn ha samma form, och inga andra *Terebratulula*-arter förekomma i den stora blottningen.

Undersökningen av foraminiferfaunan visar liksom makrofaunan på undre danien. Foraminiferfaunan kommer att behandlas i annat sammanhang.

Dessa resultat stämma väl överens med tillgängliga borrhoprofiler från Trelleborgs berggrund. Väster om staden vid V. Tommarp ligger maastrichtien—daniengränsen 25 m under h. y. Norr om staden vid Petersborg ligger den också c:a 25 m under h. y. och i stadens centrum vid Trelleborgs gummifabrik c:a 18 m under h. y., medan den i stadens östra del vid Roddaregatan stiger upp till 16 m under h. y. (Sveriges Geologiska Undersöknings djupborrning 1947—48). Längre österut vid Dalköpinge finns en liten blottning av danien, som icke visar några makrofossil. Vattenborrningar där träffade maastrichtien 30 m under h. y., och sannolikt faller gränsen danien—maastrichtien långsamt mot öster. I en borrning vid Smygehuk borrades ned i maastrichtien vid 6 m under h. y. Kalken i blottningarna vid Smygehuk och Östratorp tillhör alltså högre delar av undre danien än i Trelleborgs hamn.

Blottningen i Trelleborgs hamn tillät en ganska omfattande sprickmätning. Sprickrosen visar två nästan rätvinkliga system: ett huvudsystem i N—S och Ö—V samt ett sekundärt i NV—SO och SSV—NNO. Huvudsystemets Ö—V:liga riktning är något starkare utbildad än den N—S:liga. Inom det sekundära systemet överväga påfallande de NV—SO:liga riktningarna.

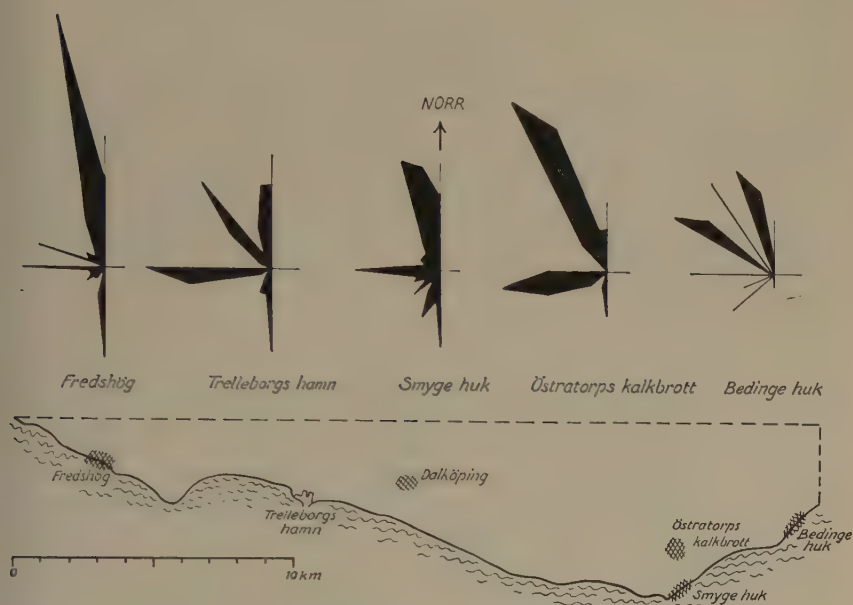


Fig. 3. Spricksystem i danienbergarter vid Skånes sydkust. Danienlokaler markerade på översiktskartan.

Liknande mätningar ha också genomförts vid de övriga utmed sydkusten liggande danienblottningarna i Fredshög, Dalköpinge, Smygehuk, Östratorp och Bedingehuk. Vid Fredshög dominera N—S:liga sprickor, men de övriga riktningar, som uppträda i Trelleborg, äro ej heller tillsynta. Spricksystemet vid Smygehuk visar endast Trelleborgs huvudsystem tydligt, och det sekundära saknas nästan helt och hållet. Bortsett från en mindre vridning mot V resp. SV visar Östratorps danien mycket klart Trelleborgs huvudsprickssystem. Blottningarna vid Bedinge äro mycket oregelbundet förklyftade, och nya tektoniska element äro antydda. Vridningen av Trelleborgs huvudsystem mot V kan även här tydligt iakttagas (fig. 3).

Ett höjt område öster och väster om Trelleborg har påvisats såväl stratigrafiskt som gravimetriskt. Spricksystemet antyder en rörelse eller afrestning i NV:lig eller SO:lig riktning. Detta betyder, att höjningsområdet längsriktning ligger i NO—SV och alltså är orienterad mer eller mindre i vinkel mot Romeleåsen. En sådan axel är funnen vid våra gravimetriska undersökningar och har i fält fått namnet »Trelleborgsryggen». Dess uppkomst är tektoniskt skild från Romeleåsens, som enligt WEVERINCK (1936) visar ett på annat sätt orienterat spricksystem.

Zusammenfassung

1938 wurde in Trelleborg eine neue Hafenanlage gebaut. Dabei wurde anstehendes älteres Danien angetroffen, das durch Makrofossilien gut belegt ist. Dieses Resultat stimmt mit den Bohrprofilen aus der Umgebung von Trelleborg gut überein. Kluftmessungen an diesem Aufschluss und an anderen Danienvorkommen an der südwestschwedischen Südküste zeigen ein Hauptkluftsystem Nord—Süd und Ost—West, das von einem zweiten untergeordneten System ergänzt wird. Das Hauptkluftsystem steht in einem Winkel zu dem Kluftsystem des Romeleåsen und gehört zu einer Einheit, die »Trelleborggrücken« genannt wird. Der Trelleborggrücken ist gravimetrisch und stratigraphisch gefunden worden und verläuft über Trelleborg in nordöstlicher Richtung zum Romeleåsen.

Litteratur

- BROTZEN, F., 1938: Der postkimmerische Bau des südlichsten Schwedens. — Geol. Fören. Förhandl., 60.
 —, 1940: Flintrännans och Trindelrännans geologi. — Sver. Geol. Unders., Ser. C, N:o 435.
 —, 1945: De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken. I. — Ibid., N:o 465.
 HADDING, A., 1919: Kritische Studien über die *Terebratula*-Arten der schwedischen Kreideformation. — Palaeontographica, 63.
 HÄGG, R., 1940: Mollusken und Brachiopoden des Danien in Schweden. — Geol. Fören. Förhandl., 62.
 ROSENKRANTZ, A., 1937: Bemærkninger om det østsjællandske Daniens Stratigrafi og Tektonik. — Medd. Dansk. Geol. Foren., 9.
 WEVERINCK, TH., 1936: Beiträge zur Tektonik und Morphologie von Schonen. — Abh. geol.-palaeont. Inst. Univ. Greifswald, 17.
 ÖDUM, H., 1926: Studier over Daniet i Jylland og paa Fyn. — Danmarks Geol. Unders., II. R., N:o 45.
-

Diffusjonskoeffisienten for bly i noen radioaktive mineraler¹

Noen geologiske konsekvenser

Av

IVAN TH. ROSENQVIST

(Summary in English)

Abstract. The average diffusion coefficients of lead in some radioactive minerals since the formation of the minerals are calculated. The values found are

$D_{Pb} = 4 \cdot 10^{-10}$ cm²/sec. in samarskites-yttrotantalites,

$D_{Pb} = 1 \cdot 10^{-18}$ cm²/sec. in uranothorites, and

$D_{Pb} = 2-4 \cdot 10^{-22}$ cm²/sec. in uraninites.

Some geological conclusions are drawn.

Muligheten for gjennomføring av aldersbestemmelser ved hjelp av radioaktive mineraler er avhengig av at diffusjonskoeffisienten for de stabile elementer helium resp. bly i mineralene er så liten, at ikke vesentlige tap har funnet sted i løpet av de geologiske tidsrom.

Diffusjon av helium i radioaktive mineraler har lenge vært et alminnelig kjent fenomen. Permeabiliteten og diffusjonskoeffisientene for helium i mineraler og glass har vært studert inngående av en rekke forskere: R. M. BARRER, E. O. BRAATEN, G. CLARK, F. PANETH, RAYLEIGH, URRY og mange andre.

BARRER (1941) angir (etter RAYLEIGH) diffusjonskoeffisienten ved 0° C for helium i kvartsglass til $2.4-5.5 \cdot 10^{-10}$ cm²/sek. og i pyrexglass $5 \cdot 10^{-11}$ cm²/sek. Det er åpenbart, at disse diffusjonskoeffisienter selv ved værelsetemperatur er så store, at geologiske aldersbestemmelser etter »heliummetoden» ville føre til feilaktige resultater, dersom heliumanalyse blir foretatt i mineraler med så store diffusjonskoeffisienter. Tidligere er i virkeligheten også diffusjonskoeffisientene i de naturlige krystallinske mineraler så store, at man ved aldersbestemmelser etter »heliummetoden» må ta hensyn til lekkasjen. For aldersbestemmelser etter »heliummetoden» må en derfor for analysen velge størst mulig mineraler, som er minst mulig oppsprukne. Mineralene bør også ha så lavt innhold av uran og thorium, som det er praktisk mulig for analysens nøyaktighet.

Også ved aldersbestemmelser etter »blymetoden» er det viktig, at ikke bly har diffundert ut av mineralene i løpet av det geologiske tids-

¹ Med matematisk appendix ved cand. real. Jan Garwick.

rom. Selv om diffusjonskoeffisienten for bly i alminnelighet er vesentlig mindre enn diffusjonskoeffisienten for helium, finner man ofte, at diffusjonen må ha ført til for lavt blyinnhold, d. v. s. diffusjonskoeffisienten for bly har vært vesentlig større enn diffusjonskoeffisientene for de radioaktive utgangselementer. Det er selvsagt også av viktighet at diffusjonskoeffisientene for de radioaktive mellomprodukter mellom uran og RaG, henholdsvis thorium og ThD ikke er for store. Imidlertid er det særlig viktig, at diffusjonskoeffisienten for de stabile blyisotoper er lav. Særlig ved de metamiktamorfe, thorium-uranholdige mineraler finner en ofte et vesentlig lavere Pb/UTh forhold, enn en skulle vente etter mineralenes geologiske alder. De krystallinske uranoksydmineraler viser oftest et mer korrekt forhold. LAWSON (1917) diskuterer disse forhold og foreslår, at de mineraler, som oppviser for lave Pb/UTh forhold, skal være sekundære, yngre mineraler, som altså er dannet ved rekrySTALLISASJON i en tid, som passer med Pb/UTh forholdet.

A. HOLMES (1927) tilbakeviser en slik antakelse og fastslår, at de store variasjoner bare kan forklares ut fra den antakelse, at en partiell utlutning av de enkelte mineralkomponenter har funnet sted.

GLEDITSCH og QVILLER (1932) bringer analyser av 4 uranothorite fra Kongsberg-Bamleformasjonen i Syd-Norge. Alle analysene viser et vesentlig lavere Pb/UTh forhold, enn en skulle vente ut fra de geologiske forhold. Videre viser det seg, at forholdet ThD/Th tilsvarer en vesentlig lavere alder enn forholdet RaG/U. Mens en må anta, at mineralene har en alder av ca. 1 000—1 100 mil. år, finner GLEDITSCH og QVILLER en »uranalder» tilsvarende 429.9 mil. år og en »thoriumalder» tilsvarende 236 mil. år.

I overensstemmelse med HOLMES (op. cit.) antar de, at det bly, som engang har vært thorium, har lettere for å lutes ut av krystallgitteret enn det bly, som har vært uran.

ALTER (1935), HECHT (1936, 1937), GLEDITSCH, FÖYN og BAKKE (1937 a, b; 1938 a, b) har analysert forskjellige skikt i uraninitkrystaller og funnet variasjoner i Pb/UTh forholdet med dybden.

ERNST FÖYN (1938) har vist, at enkelte uraninitkrystaller etter opphetning i overhettad vanndamp til 290° C blir dekket med rødt beleg, særlig anrikt på bly.

De nevnte forskere antar alle, at de for lave Pb/UTh forhold skyldes spesifikk utlutning av Pb-isotopene fra de radioaktive mineraler. Imidlertid er såvel de krystallinske som de metamikte mineraler ugjennomtrengelige for perkolerende vesker. Selv om enkelte mineraler er oppsprukket og sprekkeene gjennomtrengelige for strømmende vesker, så er det innlysende, at bly er diffunderet ut av mineralgitteret.

og enten fjernet ved strømmende vann i omgivelsene av mineralene eller, som i tilfellet med de kunstige forvitringsprosesser FÖYN beskriver, utfelt på overflaten i en form, der aktivitetskoeffisienten for blyionene er lavere enn i mineralenes kjerne. Disse diffusjonsprosesser gir oss muligheter til å bestemme den gjennomsnittlige diffusjonskoeffisient for bly i angjeldende mineraler i løpet av den geologiske tid mineralene har eksistert. Da angivelser over diffusjonskoeffisienten for kationer i mineraler er ytterst sparsom, samtidig som angivelser for diffusjonskoeffisienten for surstoff helt synes å mangle, vil enhver bestemmelse av diffusjonskoeffisienten være av betydning ved tolkning av petrografiske og geologiske prosesser. I slike prosesser vil det ofte være tilstrekkelig, om man kjenner diffusjonskoeffisienten med en nøyaktighet av noen potenser av 10 opp eller ned.

I den matematiske behandling av diffusjonsproblemene, som gis av Van Garwick, forutsettes, at diffusjonskoeffisienten for bly i de angjeldende mineraler er vesentlig større enn diffusjonskoeffisienten for uran og thorium i de samme mineraler. Det er flere grunner til å anta dette:

- a) Pb/UTh forholdet er lavere, enn man skulle vente.
- b) Det er rimelig å anta, at aktiviseringsenergien for et blyatom, som er dannet ved en lang rekke radioaktive prosesser, er mindre enn for et uran- eller thoriumatom, som sitter «inaktivt» på sin plass i krystallgitteret. Det er derfor all grunn til å tro, at uran og thorium har befunnet seg relativt i ro i forhold til blyatomene.

Diffusjonskoeffisientene i faste stoffer er sterkt avhengig av temperaturen og i en viss grad også trykkavhengig. Det er derfor viktig å undersøke diffusjonsforholdene ved mineraler, som antas å ha befunnet seg under forholdsvis konstant PT-betingelser i mesteparten av tiden siden deres dannelse. Slike geologiske, meget rolige forhold har en hatt i Kongsberg—Bamleformasjonen og i det sydöst-norske grunnfjellsområde. Her finnes gamle prekambriske druserom, som ikke viser spor av deformasjon eller av vesentlig ny mineralisasjon. Vi må anta, at de radioaktive mineraler, som vil bli behandlet i det følgende, er av omtrent samme alder som de nevnte druserom og at temperatur- og trykkforholdene neppe har vært vesentlig forskjellig fra 100° C og 1000 atm. under mesteparten av den tid, som er gått siden mineralenes dannelse. Da diffusjonsprosessene ikke har spilt tilnærmedesvis så stor rolle i den første tid etter mineralenes dannelse som i den siste tid, da trykkinholdet var høyt, kan en gå ut fra at trykk- og temperaturforholdene sannsynligvis har vært meget konstante i den tid diffusjonen har vært viktig. For den matematiske behandling av diffusjonsproblemene er det vært forutsatt, at de analyserte mineraler har hatt kuleform og

at de har hatt diameter av ca. 1 cm. I tilfellet med samarskit-yttrotantalitmineralene er dette i et hvert fall tilnærmet tilfelle for analyse IV:s (Tabell 1) vedkommende, og det er ikke sannsynlig, at de andre mineraler har avveket vesentlig fra disse mål.

Samarskit-yttrotantalit

I norsk mineralogisk litteratur finnes fra tidligere 3 fullstendige analyser av samarskit-yttrotantalitmineraler, dertil en fjerde ufullstendig, som ikke angir blyinnholdet og som derfor ikke har noen interesse i denne forbindelse. Alle 3 analyser stammer fra det sydøstnorske grunnfjellsområde. Analysene er utført av C. W. Blomstrand og finnes gjengitt hos W. C. BRÖGGER (1906). Analyse nr. IV (Tabell 1) stammer fra Bjortjenn gruve i Aust-Agder i Kongsberg-Bamleformasjonen. Analysen er utført av ing. Olav Herstad. Den fullstendige analyse vil bli offentliggjort annet sted (Norsk Geol. Tidsskr. 1949).

Tabell 1

	I	II	III	IV
$\frac{\text{Pb} \cdot 10\,000}{\text{U} + 0.36\,\text{Th}}$	766	880	667	870

Gjennomsnitt = 800

Av geologiske grunner kunne en vente, at disse mineraler hadde hatt et forhold $\frac{\text{Pb} \cdot 10\,000}{\text{U} + 0.36\,\text{Th}} = 1\,450$. Det vil si, at det tilbake i mineralen er $k = \frac{800}{1\,450} = 0.552$. Ved innsetting i den transcendente ligning

$$21) \quad 15 k x = 1 - \frac{90}{\pi^4} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} \cdot e^{-\pi^2 n^2 x},$$

får en $x = 0.055$. Herav følger ved innsetting av $T = 3.5 \cdot 10^{16}$ sek og $x = 0.055$ i formel

$$20) \quad D = \frac{R^2}{T} x$$

$$D_{\text{Pb}} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ cm}^2/\text{sek.}$$

Uranothoriter fra Kongsberg-Bamleformasjonen

GLEDITSCH og QVILLER (1932) oppgir 4 analyser av uranothoriter fra Arendalskanten. H. BJÖRLYKKE (1939) oppgir en analyse etter A. E. Nordenskiöld. Analysen er betegnet V i tabell 2. Det finnes ikke noen mineralogisk beskrivelse av de analyserte species. En kan anta, at de

forskjell i Pb/UTh forholdet, som forekommer, skyldes, at mineralene har vært av forskjellig størrelse og ikke at variasjonene skyldes vesentlig forskjell i mineralenes kjemiske sammensetning eller varierende trykk- og temperaturforhold.

De 5 analyser oppviser følgende forhold:

Tabell 2

	I	II	III	IV	V
$\frac{\text{Pb} \cdot 10\,000}{\text{U} + 0.36\,\text{Th}}$	640	550	410	300	650

Gjennomsnitt = 510

Også i tilfellet med disse mineraler må man anta, at forholdet

$\frac{\text{Pb} \cdot 10\,000}{\text{U} + 0.36\,\text{Th}}$ ville vært ca. 1450, dersom ikke diffusjon av Pb hadde

funnet sted. Som det nå er, har 64.7 % diffundert ut, d. v. s. k i formel

21 = 0.357, hvilket gir

$$D_{\text{Pb}} = 1 \cdot 10^{-18} \text{ cm}^2/\text{sek.}$$

Uraninit fra Ausel og Morogoro

Det er en betingelse for at den matematiske behandling skal være korrekt, at diffusjonskoeffisienten for bly skal være vesentlig større enn diffusjonskoeffisienten for de radioaktive utgangselementer. Videre er det nødvendig, at aktiviteten av blyioner i overflaten av mineralet er vesentlig lavere enn i mineralets kjerne. Ved krystallinske uraninit er diffusjonskoeffisienten for bly betydelig lavere enn i de omhandlede metamikte mineraler. Det vil derfor for det første være meget vanskelig å fastslå størrelsen av denne diffusjonskoeffisient, idet man jo nettopp bestemmer en forekomsts geologiske alder etter analyse av uraninit. Setter man imidlertid, at de to betingelser, nemlig høyere diffusjonskoeffisient for Pb enn for U og Th og lavere aktivitet av Pb i overlateskiktet, også gjelder ved uraninitkrystaller, kan også diffusjonskoeffisienten bestemmes tilnærmere i disse mineraler, dersom man har meget nøyaktige analyser i forskjellige skikt fra overflaten av mineralet enn mot kjernen. Ved disse mineraler kan man på grunn av de små verdier for diffusjonen anta, at Pb/UTh forholdet i k j e r n e n ikke er vesentlig påvirket av diffusjonen, dersom krystallen er av ca. 1 cm³ størrelse. Det finnes blandt de mange urananalyser i verdenslitteraturen et hvert fall to analyser, som samtidig noenlunde angir mineralets størrelse og analyser fra forskjellige skikt. Analysene er framlagt av å framragende mineral-analytikere som GLEDITSCH og BAKKEN (1937 b) og FR. HECHT (1937), at de tillater numerisk behandling.

GLEDITSCH og BAKKEN angir, at den av dem analyserte uraninitkrystall var en terning med vekt ca. 7 g, d. v. s. ca. 0.75 cm^3 eller R ca. 0.56 cm. Mineralet som helhet, unntatt det ytterste belegg av uranoker, var friskt svart og hadde et forhold $\frac{\text{Pb} \cdot 10\,000}{\text{U} + 0.36 \text{ Th}} = 1\,702$. Kjernen

som veiet 1.3648 g, hadde $\frac{\text{Pb} \cdot 10\,000}{\text{U} + 0.36 \text{ Th}} = 1\,721$. Et midlere skikt

som veiet 2.2563 g, hadde $\frac{\text{Pb} \cdot 10\,000}{\text{U} + 0.36 \text{ Th}} = 1\,703$, og et ytre skikt, som

veiet 2.12225 g, hadde $\frac{\text{Pb} \cdot 10\,000}{\text{U} + 0.36 \text{ Th}} = 1\,668$. Regner en, at mineralet

uten diffusjon skulle hatt sammensetning som kjernen, får en, at det tilbake i mineralet er 98.8 % av det produserte bly. Ved innsetting av $k = 0.988$ og $T = 4.1 \cdot 10^{16}$ sek. og $R = 0.56$ i ligning 20 og 21, får en

$$D_{\text{Pb}} = 2 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^2/\text{sek.}$$

FRIEDRICH HECHT og medarbeidere har analysert en uraninitkrystall fra Morogoro. Også han har fjernet de ytterste forurensete deler og analysert kjerne og tre uten på hverandre liggende soner. Han angir ikke krystallens størrelse men sier, at den ytterste sone var $\frac{1}{2}$ —1 mm tykk. Idet en antar, at han har kløvet krystallen med like tykke soner, vil det si, at radien i denne krystall var ca. 0.3 cm.

I ytterste sone fant HECHT $\frac{\text{Pb} \cdot 10\,000}{\text{U} + 0.36 \text{ Th}} = 1\,580$, i annen sone 1 630, i tredje sone 1 640 og i fjerde sone, kjernen, 1 680.

Da vi ikke kjenner vekten av de forskjellige soner, setter vi anslagsvis det gjennomsnittlige $\frac{\text{Pb} \cdot 10\,000}{\text{U} + 0.36 \text{ Th}}$ forhold = 1 630. Forutsetter man også her, at kjernen representerer den sammensetning, mineralet ville hatt uten diffusjon, vil det si, at det er tilbake i mineralet 97.0 % av det produserte bly. Med $k = 0.97$, $R = 0.3 \text{ cm}$ og $T = 4.10^{16}$ sek. får en

$$D_{\text{Pb}} = 4 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^2/\text{sek. i uraniniten fra Morogoro.}$$

Da diffusjonskoeffisienten er betydelig mer ømfintlig for variasjoner i k enn i R , kan beregningsmetoden med fordel anvendes i alle de tilfeller, der en har nøyaktige analyser av radioaktive mineraler med kjent alder. Ved analyser av radioaktive mineraler bør det alltid angis noenlunde volumet av de mineraler, fra hvilke analyse materialet er tatt.

Slike angivelser finner man ytterst sjelden i litteraturen, og som nevnt er det kun for analyse IV av yttrotantalitene og uraniniten fra Ausel, at vi med sikkerhet vet volumet.

De funne diffusjonskoeffisienter $4 \cdot 10^{-19}$ i niobat-tantalatmineralene og $1 \cdot 10^{-18}$ i uranothoritene er sannsynligvis betydelig høyere enn de diffusjonskoeffisienter, en har i krystallinske, ikke metamikte niobater-antalater og silikater. Diffusjonskoeffisientene i uraninitene er sannsynligvis noenlunde uavhengige av at mineralet er radioaktivt bombardert i 1.3 milliarder år, idet krystallene ikke er metamikte.

Ved studier over metamorfe prosesser i jordskorpen er det av forskjellige forskere framsatt hypoteser om at diffusjonsprosesser spiller en overveiende rolle for dannelselse av mineralganger, pegmatiter og også regional granitisering. NIGGLI og BRANDENBERGER (1948) kommer an på dette og tilbakeviser slike antakelser, idet de anser diffusjonsastighetene for å være vesentlig for små til at slike fenomener skal kunne opptre selv i løpet av geologiske tidsrom.

I et arbeid, som ennå er under trykning i Norsk Geologisk Tidsskrift, har jeg selv behandlet de liknende problemer og kommet til samme oppfatning. For å være sikker på ikke å regne med for små diffusjonskoeffisienter antok jeg i det nevnte arbeid, at diffusjonskoeffisienten i de krystallinske mineraler under metamorfosen kunne settes til $1 \cdot 10^{-10}$ — $1 \cdot 10^{-13}$. Selv med disse sikkert alt for høye verdier finner en, at diffusjonsprosesser i løpet av millioner av år bare kan spille en rolle over avstander av noen cm. Ved rekrySTALLISASJON og reaksjoner i de enkelte mineraler kan en derimot vel tenke seg diffusjonsprosesser som en integrerende del av reaksjonsmekanismen.

En kan som eksempel anta, at diffusjonskoeffisientene for bergartsdannende joner, eksempelvis kalium i bergartsdannende mineraler, eksempelvis feldspatt, er så høy som 10^{-12} cm²/sek. under de termodynamiske forhold, hvorunder metasomatose og migmatisering finner sted. (Personlig er jeg overbevist om at en slik verdi er vesentlig for høy.)

Antar en, at det foreligger en bergart, som inneholder 0.1 g K pr. cm³, og videre, at aktiviteten av denne bergarts kalium er fordoblet ved en økning av trykket på 300 atm. = 1 000 m, får man en diffusjonsdrivende gradient = 10^{-6} g/cm⁴. (Damptrykket av vann ved 20° C ligger 20 % for 300 atm. trykkøkning.)

Med en diffusjonskoeffisient = 10^{-12} cm²/sek. vil det altså pr. sek. gjennomføres 10^{-18} g K gjennom et bergartstverrsnitt på 1 cm² eller ca. 0.03 mg pr. mil. år. Da diffusjonskoeffisientene i vandige oppløsninger nær 10^{-4} cm²/sek., vil man lett se, at det kun kreves forsvinnende små mengder intergranular oppløsning for at diffusjonsprosesser i den intergranulære film vil dominere helt over diffusjonsprosessene i den faste fase. Selv om hele bergarten var flytende og diffusjonskoeffisientene var så høye som for oppløste salter i vann, ville imidlertid diffu-

sjonsprosesser alene ikke kunne bevirke nevneverdige metasomatiske prosesser i løpet av f. eks. 1 mil. år.

For metasomatiske prosessers vedkommende er det nødvendig med en kombinasjon av en strømmende veske eller dampfase og diffusjon, dersom den metasomatiske transport skal finne sted over større avstander.

De verdier for diffusjonskoeffisientene for bly, som er funnet i de nevnte radioaktive mineraler, representerer selvsagt gjennomsnittet av diffusjonen i løpet av de vel en milliard år mineralet har eksistert. Riktig nok har denne tid vært en rolig tid med lav temperatur i Sydøst-Norge og Kongsberg-Bamleformasjonen. Men selv om temperaturen kan tenkes å ha vært så lav som 300° K (hvilket er usannsynlig), vil det ikke være rimelig å anta, at dette svarer til høyere verdier enn 10^{-10} for diffusjonskoeffisientene i de metamikte mineraler ved temperaturer på 700° K. En rekke geologiske forhold tyder på at det er ved noenlunde en slik temperatur de fleste metamorfose- og metasomatoseprosesser vanligvis finner sted. NORMAN L. BOWEN (1948) behandler i et nylig utkommet arbeide blandt annet granitisasjon ved diffusjon. Han finner, at det er høyst usannsynlig, at noen granitisasjon på denne måte kan finne sted. Han antar diffusjonskoeffisienter mindre enn 10^{-10} ved $1\,400$ — $1\,500^{\circ}$ C.

De verdier, en har for diffusjonsprosesser i ionekrystaller noenlunde svarende til bergartsdannende mineraler, er få. I »International critical tables» finnes bare angitt en verdi $= 13 \cdot 10^{-6}$ cm²/dag $= 11 \cdot 10^{-11}$ cm²/sek. for diffusjon av Na i natrolit ved 20° C. Diffusjonen av Na i natrolit må ventes å være uhyre meget raskere enn diffusjonsprosessen i vanlige bergartsdannende mineraler.

Ved 300° K er diffusjonskoeffisienten for Pb^{++} i $\text{PbCl}_2 = 1 \cdot 10^{-22}$ cm²/sek. og for Pb^{++} i PbJ_2 10^{-22} cm²/sek. (BARRER op. cit.)

De funne diffusjonskoeffisienter kan sannsynligvis med fordel benyttes til et geologisk integrerende termometer. Bestemmelse av D og aktiviseringsenergien vil etter formelen $D = D_0 e^{-\frac{E}{RT}}$ kunne gi løsning for den gjennomsnittlige temperatur mineralet har vært utsatt for siden sin dannelse. Forsøk på bestemmelse av D_0 og E er iverksatt, men p. g. a. de relativt små verdier av D selv ved høyere temperatur vil en slik bestemmelse ta tid.

Som nevnt fant GLEDITSCH og QVILLER (1932), at Th D var »lutet» (diffundert) hurtigere ut av uranorthoritene enn RaG. De antok, at mineralet måtte være »inhomogent og at ikke uran og thorium kunne være helt statistisk fordelt».¹ Jeg oppfatter dem, som om de mener, at

¹ Personlig meddelelse fra professor Ellen Gleditsch.

uranothoritene nærmest er »kryptoperthitisk» oppbygget. Videre antar jeg, at det ved oksydasjon og radioaktive prosesser dannes seksverdig uran, som virker som et surt oksyd, og at et hypotetisk blyuranat er mindre utsatt for utlutning enn det bly, som er generert i de thoriumlikatholdige deler av krystallen. Det er vanlig, at röntgendigrammer selv av meget gamle uranmineraler med et høyt blyinnhold og et høyt UO_3/UO_2 forhold bare oppviser UO_2 krystallstruktur ved röntgendundersøkelser, og noe særlig grunnlag for antakelsen av at et blyuranat kan foreligge og være mindre løselig enn blyet i de thoriumrike deler av krystallen, kan en ikke si å ha. Jeg antar imidlertid med GLEDITSCH og QVILLER, at uranothoritene virkelig må være »kryptoperthitisk» oppbygget og videre at de blyatomer, som er radioaktivt dannet, antar posisjoner etter uran henholdsvis thorium i de deler av krystallene, der det opprinnelige utgangselement engang befant seg. En slik antakelse vil kunne gi en forklaring på det meget eiendommelige faktum, at diffusjonshastigheten for ThD synes å ha vært større enn diffusjonshastigheten for RaG.

Ser man på ioneradiene for de 4 verdige ioner:

$$\text{Pb}^{\text{IV}} = 0.84 \text{ Å}, \text{Th}^{\text{IV}} = 1.02 \text{ Å}, \text{U}^{\text{IV}} = 0.97 \text{ Å},$$

å synes det meget rimelig, at aktiveringsenergien for et blyatom, som har vært uran, må være høyere enn aktiveringsenergien for et blyatom, som har vært thorium, idet de steriske forhold gjør diffusjon av Pb^{IV} ThSiO₄ lettere enn i USiO₄.

Det er et velkjent forhold fra metalurgien, at fremmede metaller diffunderer hurtigere i vertsmetallet, jo større forskjellen mellom vertsmetallets atomer og det diffunderende metalls atomradier er. Da plassforholdene for et blyatom, som har vært thorium, er forskjellige fra plassforholdene for et blyatom, som har vært uran, må aktiveringsenergien for det første sprang ut i en mellomgitterposisjon være forskjellig. Man kan merke seg, at aktiveringsenergien for det første sprang er hastighetsbestemmende for diffusjonsprosessen. En må derfor anta, at diffusjonskoeffisientene i et normalt, ikke radioaktivt mineral må være vesentlig lavere enn de verdier man finner for Pb i de behandlede radioaktive mineraler.

Jeg vil tilsist takke cand. real. Jan Garwick for at han velvillig har retatt de matematiske beregninger, som finnes nedenfor i det matematiske appendix. Videre takker jeg frk. Ellen Irgens for å ha gjennomgått og korrigert det engelske sammendrag.

Forsvarets forskningsinstitutt,
Avdeling for Kjemi,
Kjeller 25/7 1948.

Matematisk appendix

ved JAN V. GARWICK

Etter en metode, foreslått av I. Th. Rosenqvist, kan den i overskrifter nevnte oppgave løses ved å sammenligne blyinnholdet i en mineralkrystall med det blykvantum, som man kan beregne at har vært dannet, idet man går ut fra mineralets uran- og thoriuminnhold og den geologisk bestemte alder.

Vi betrakter krystallene som kuler med radius R . Hvis så N betegner antall blyatomer pr. cm^3 , D diffusjonskoeffisienten og P antall blyatomer, som dannes pr. cm^3 og pr. sek., så har man

$$1) \quad \frac{\partial N}{\partial t} = \frac{D}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial N}{\partial r} \right) + P$$

Forat P skal kunne betraktes som en konstant, må mineralets alder være vesentlig mindre enn levetiden for de radioaktive elementer det inneholder. Dette vil med tilstrekkelig tilnærmelse finne sted for alle mineraler.

Vi setter her

$$2) \quad N = \frac{u}{r}$$

og får

$$3) \quad \frac{\partial u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + Dr$$

Vi har følgende grensebetingelser:

$$4) \text{ For } t = 0, u = 0 \quad 5) \text{ For } r = 0, u = 0; \text{ og for } r = R, u = 0.$$

Betingelsen for $r = 0$ skriver seg fra at N må være endelig. Vi Laplace transformerer 3) og får, idet vi setter

$$6) \quad L \{u(r, t)\} = v(r, s); \quad sv = D \frac{d^2 v}{dr^2} + \frac{Pr}{s}$$

eller

$$7) \quad \frac{d^2 v}{dr^2} - \frac{s}{D} v = -\frac{Pr}{sD}$$

Denne ligning har løsningen

$$8) \quad v = \frac{Pr}{s^2} + Ae^{\sqrt{\frac{s}{D}}r} + B e^{-\sqrt{\frac{s}{D}}r}$$

Den Laplace-transformerte av betingelsen 5) blir

$$9) \quad \text{for } r = 0, v = 0, \text{ og for } r = R, v = 0.$$

Herav kan de to konstanter A og B i 8) bestemmes, og vi får

$$10) \quad v = \frac{Pr}{s^2} - \frac{PR}{s^2} \frac{\sin \sqrt{\frac{s}{D}} \cdot r}{\sin \sqrt{\frac{s}{D}} R}$$

Dette uttrykk må nå transformeres tilbake, v har poler for

$$s = -\frac{k^2 \pi^2 D}{R^2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

Prinsippaldelen for $s = 0$ blir

$$\frac{rP}{6D} (R^2 - r^2) \frac{1}{s}$$

g for $s = -\frac{k^2 \pi^2 D}{R^2}$ ($k = 1, 2, \dots$)

$$2(-1)^k \frac{PR^3}{\pi^3 D} \frac{\sin \frac{r}{R} \pi k}{k^3} \frac{1}{s + \frac{k^2 \pi^2 D}{R^2}}$$

Det er lett å se, at summen av prinsippaldelene danner en konvergent rekke, hvis sum er v. Vi har da:

$$1) \quad v = \frac{rP}{6D} (R^2 - r^2) \frac{1}{s} + 2 \frac{PR^3}{\pi^3 D} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{r}{R} \pi k}{k^3} \frac{(-1)^k}{s + \frac{k^2 \pi^2 D}{R^2}}$$

Vi får herav for u følgende rekke

$$2) \quad u = \frac{rP}{6D} (R^2 - r^2) + 2 \frac{PR^3}{\pi^3 D} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \frac{\sin \frac{r}{R} \pi k}{k^3} e^{-\frac{k^2 \pi^2 D}{R^2} t},$$

om konvergerer, når $t \geq 0$

Av 2) får vi

$$3) \quad N = \frac{P}{6D} (R^2 - r^2) + 2 \frac{PR^3}{\pi^3 D} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \frac{\sin \frac{r}{R} \pi k}{rk^3} e^{-\frac{k^2 \pi^2 D}{R^2} t}$$

Herav finnes så

$$\left(\frac{\partial N}{\partial r} \right)_{r=R} = -\frac{P}{3D} R - \frac{2PR^3}{\pi^3 D} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \frac{\pi k (-1)^k}{R^2 k^3} e^{-\frac{k^2 \pi^2 D}{R^2} t}$$

Fluxen av bly pr. cm^2 overflate er da lik

$$4) \quad -D \left(\frac{\partial N}{\partial r} \right)_{r=R} = \frac{P}{3} R - \frac{2PR^3}{\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} e^{-\frac{k^2 \pi^2 D}{R^2} t}$$

Den totale flux (F) finnes ved å multiplisere med overflatens størrelse $4\pi R^2$

$$15) \quad F = \frac{4}{3} \pi R^3 P - \frac{8}{\pi} R^3 P \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} e^{-\frac{k^2 \pi^2 D}{R^2} t}$$

Den totale utdifferunderte blymengde er da gitt ved

$$\begin{aligned} \int_0^T F dt &= \frac{4}{3} \pi R^3 P T - \frac{8}{\pi^3} R^3 P \sum_{k=1}^{\infty} \frac{R^2}{k^4 \pi^2 D} \left(1 - e^{-\frac{k^2 \pi^2 D T}{R^2}} \right) = \\ &= \frac{4}{3} \pi R^3 P T - \frac{8 R^5 P}{\pi^3 D} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^4} + \frac{8 R^5 P}{\pi^3 D} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^4} e^{-\frac{k^2 \pi^2 D T}{R^2}} \end{aligned}$$

eller, idet
$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^4} = \frac{\pi^4}{90},$$

$$16) \quad \int_0^T F dt = \frac{4}{3} \pi R^3 P T - \frac{4\pi R^5 P}{45 D} + \frac{8 R^5 P}{\pi^3 D} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^4} e^{-\frac{k^2 \pi^2 D T}{R^2}}$$

Den totale blyproduksjon er lik $\frac{4}{3} \pi R^3 P T$.

Det kvantum, som blir tilbake i mineralet, er altså

$$17) \quad \frac{4\pi R^5 P}{45 D} - \frac{8 R^5 P}{\pi^3 D} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^4} e^{-\frac{k^2 \pi^2 D T}{R^2}}$$

La oss sette denne størrelse lik m og anta, at det er brøkdelen k av den totale produserte blymengde. Vi har da

$$18) \quad m = k \frac{4}{3} \pi R^3 P T.$$

Løses denne ligning med hensyn på P og settes det utkomne i 17), får vi etter divisjon med m

$$19) \quad 1 = \frac{1}{15} \frac{R^2}{k D T} - \frac{6}{\pi^4} \frac{R^2}{k D T} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} e^{-\frac{n^2 \pi^2 D T}{R^2}}$$

Videre setter vi

$$20) \quad \frac{D T}{R^2} = x$$

og får

$$21) \quad 15 k x = 1 - \frac{90}{\pi^4} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} e^{-\pi^2 n^2 x}$$

Dette er en transcendent ligning til bestemmelse av x . I de fleste tilfeller kan en innskrenke seg til å sette

$$1 \text{ a) } \quad 15 k x = 1 - \frac{90}{\pi^4} e^{-\pi^2 x}$$

eller endog ($k < 0.2$)

$$1 \text{ b) } \quad x = \frac{1}{15 k}$$

1 c) For $k > 0.8$ kan en vise, at formelen

$$x = \frac{\pi}{16} (1 - k)^2 + \frac{3\pi^2}{128} (1 - k)^3 = 0.196 (1 - k)^2 + 0.231 (1 - k)^3$$

er nær riktig.

Når x er bestemt, finnes diffusjonskoeffisienten av

$$2) \quad D = \frac{R^2}{T} x.$$

Summary

The Diffusion Coefficients of Lead in some Radioactive Minerals

By chemical analyses of some radioactive minerals of known age the diffusion coefficients of lead are calculated.

In the mathematical appendix Jan Garwick, cand. real., has evolved an equation for the diffusion coefficient of a stable element in a radioactive mineral. It is based on the following assumptions:

The activation energy of the element formed is less than the activation energy of the parent element.

The activity of the stable element formed is less on the surface of the mineral than in the central parts of the mineral.

The age of the mineral is known.

Different reasons make assumptions 1 and 2 probable in most cases. It is further necessary to know the correct age, the dimensions, and the exact chemical composition of the mineral.

The equations run

$= \frac{R^2}{T} x$, where x is found from the transcendent equation:

$$15 k x = 1 - \frac{90}{\pi^4} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} \cdot e^{-\pi^2 n^2 x}$$

is the part of stable isotope formed, still left in the mineral.

The minerals investigated are:

4 samarskite-yttrotantalites from southern Norway
 $D_{Pb} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ cm}^2/\text{sec.}$

5 uranorites from southern Norway
 $D_{Pb} = 1 \cdot 10^{-18} \text{ cm}^2/\text{sec.}$

1 uraninite from southern Norway
 $D_{Pb} = 2 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^2/\text{sec.}$

1 uraninite from Morogoro
 $D_{Pb} = 4 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^2/\text{sec.}$

The diffusion coefficients figured out must be regarded as the mean values during the more than 1 000 million years the minerals have existed. As the thermodynamical conditions during this time are unknown, the temperature dependence of D has to be measured in other ways. This work is started in the laboratory. In another paper in *Norsk Geologisk Tidsskrift* the author discusses the possibilities of metasomatism caused by diffusion in solid state. It is found that diffusion in solid state is rather unimportant, if the distance in question are more than a few centimeters, even if geological time is taken in account. In the paper mentioned, the diffusion coefficient was arbitrarily chosen as high as 10 cm²/sec. This value is certainly very much too high, as will be seen from the figures for the diffusion coefficients of lead in the metamict-amorphous uranothorites and samarskites.

Citerte forfattere

- ALTER, C. M. and KIPP, E. M., 1935: *Science*, 82 (2133): 464. New York.
 BARRER, R. M., 1941: *Diffusion in and through solids*. Cambridge University Press.
 BJÖRLYKKE, H., 1939: *Norges Geol. Unders.*, Nr. 154. Oslo.
 BOWEN, N. L., 1948: *Geol. Soc. Am., Mem.*, 28: 79. Baltimore.
 BRÖGGER, W. C., 1906: *Vid.-Selsk. Skr., M.-N. Kl.*, 6. Kristiania.
 FÖYNN, E., 1938: *N. Vid.-Akad. Skr., M.-N. Kl.*, I (4). Oslo.
 GLEDITSCH, ELLEN et al., 1932: *Phil. Mag.*, 7 (14): 233. London.
 —, 1937 a: *Mikrochim. Acta*, 1 (1). Oslo.
 —, 1937 b: *Rep. Com. Mes. Geol. Time*, 1937: 50. Washington.
 —, 1938 a: *Rep. Com. Mes. Geol. Time*, 1938: 75. Washington.
 —, 1938 b: *Tidsskr. f. Kjemi og Bergv.*, 18 (5). Oslo.
 HECHT, F., 1937: *Rep. Com. Mes. Geol. Time*, 1937: 53. Washington.
 HECHT, F. und KROUTA, EDITH, 1936: *Z. f. Anal. Chem.*, 106 (3): 82. München.
 HOLMES, A., 1927: *Phil. Mag.*, 7: 1055. London.
 LAWSON, R. W., 1917: *Wienerber.*, 1917: 721. Wien.
 NIGGLI, P. und BRANDENBERGER, E., 1948: *Festskr. J. A. Hedvall. Göteborg.*

Literature on Palynology. XII

By

G. ERDTMAN

(MS. received Jan. 17, 1949)

This twelfth issue of »Literature on palynology» (»Literature on pollen-statistics and related topics») contains the titles of new papers which came to the compiler's notice during 1948. In conformity with the previous issue it also contains the titles of a number of older, chiefly chemical and palaeobotanical papers. Helpful information has been received from A. Cleve-Euler (Uppsala), H. Gams (Innsbruck), R. Kolbe, V. Larsson, B. Peterson, and R. Sandegren (Stockholm), F. Verdoorn (Arcadia, Cal.), and O. Wetzell (Eutin).

The subdivisions of the catalogue are as follows:

Bibliography.

Chemistry.

Pollen and spore morphology etc.

Aerobiology.

Pharmacognosy.

Pollen and spore analysis. A. Theory. I: Principles. II: Technique.

— B. Practical results. I: Prequaternary deposits. II: Quaternary deposits (countries — pre-war limits — in alphabetical order).

Abbreviations:

A: *Alnus*; *Ab*: *Abies*; *B*: *Betula*; *C*: *Carpinus*; *Co*: *Corylus*; *F*: *Fagus*; *P*: *Pinus*; *Pc*: *Picea*; *Q*: *Quercus*; *QM*: *quercetum mixtum*; *S*: *Salix*; *T*: *Tilia*; *U*: *Ulmus*.

Bibliography

ERDTMAN, G., 1948: Literature on palynology. XI. — Geol. Fören. Förhandl., 70: 295—328. Stockholm.

Chemistry

A. Chemistry of fossil, pollen- and sporebearing materials etc.

ALBAREDA, J. M., 1945: Origen y formación del humus. — Monogr. Cienc. Moderna, 2. Madrid.

BAIER, C. R., 1935: Studien zur Hydrobakteriologie stehender Binnengewässer. — Arch. Hydrobiol., vol. 29.

- BAIER, C. R., 1937: Neue Zielsetzung und neue Methodik in der Hydrobakteriologie. — *Die Naturwissensch.*, Jahrg. 25.
- , 1938: Chemisch-mikrobiologische Beobachtungen zur Sedimentdiagenese an postglazialen Sedimenten der Eckernförder Bucht (Ostsee). — *Geol. Rundschau*, 29: 316—321. Stuttgart.
- DACHNOWSKY, A. P., 1924: The chemical examination of various peat materials by means of food stuff analysis. — *Jour. Agron. Res.*, vol. 29.
- FEUSTEL, I. C., 1937: Fractionation and titration of the acidic constituents of peat. — *Transact. 6. Congr. Int. Soc. Soil Sci. Zürich*.
- HARDON, H. J. en POLAK, B., 1941: De chemische samenstelling van enkele venen in Nederlandsch Indië. — *Landbouw*, 17: 1083—1092. Buitenzorg (English summary p. 1091—1092.)
- HOYOS DE CASTRO, A. y GONZÁLEZ GARCÍA, F., 1948: Determinaciones analíticas en la turba de el Padul (Granada). — *Anal. Inst. Esp. Edaf.*, 7: 83—122. Madrid.
- HUXLEY, F., 1870: On the formation of coal. — *Contemp. Rev.*, 15: 618 London.
- ISSATSCHENKO, L., 1927: Mikrobiologische Untersuchung der Schlammseene. — *Mem. Geol. Kom. Leningrad, N. S.*, vol. 148.
- KRÜPE, E., 1931: Der Einfluss natürlicher mechanischer Beanspruchung und der Beschaffenheit des Urtorfs auf den Gehalt an flüchtigen Bestandteilen im Flöz Katharina im gesamten Ruhrgebiet. — *Diss., Techn. Hochschule Berlin*.
- KUBIENA, W., 1944: Suelo y formación del suelo desde el punto de vista biológico. Madrid.
- VON LINGERKEN, H., 1923: Über Widerstandsfähigkeit organischer Substanzen gegen natürliche Zersetzung. — *Biol. Zentralbl.*, 43.
- NELLER, J. R., 1937: Effect of rainfall and of substrata upon composition and reaction of the soil waters of Everglades Peat land. — *Transact. 6. Congr. Int. Soc. Soil Sci. Zürich*.
- PITCHUGIN, A. V., 1937: Peat, its native sources and utilization. — 104 pp. 34 maps (Russian).
- POLAK, B., 1943: The Rawah Lakbok (South Priangan, Java). Investigation into the composition of an eutrophic topogenous bog. — *Contrib. Chu. Noozi Sikenzyoo*, 8. Bogor.
- POTONIÉ, H., 1908, 1911, 1912: Die rezenten Kaustobiolithe. Berlin.
- , 1910: Die Entstehung der Steinkohle. Berlin.
- POTONIÉ, R., 1924: Allgemeine Kohlenpetrographie. Berlin.
- , 1932: Ligninabstammung der Kohle, eine geologisch-paläontologische Unmöglichkeit. — *Braunkohle*.
- und KOORDERS, S. H., 1939: Sumpfflachmoornatur der Moore des produktiven Karbons. — *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. Berlin*.
- und STOCKFISCH, 1932: Über Oxyhumodile, Kohlenvarietäten der Oxydationszone von Weichbraunkohlenflözen. Berlin.
- RETORTILLO, N. MARTÍN, 1948: Contribución al estudio de las turbas españolas. — *Anal. Inst. Esp. Edaf.*, 7: 3—81. Madrid.
- ROSENDAHL, F., 1931: Die Entstehung der Kohle im Lichte der chemischen und biologischen Forschung. — *Die Naturwissensch.*, 19: 281—288 Berlin.

- CHMUZIGER, A., 1935: Ueber die Verteilung und den Chemismus der Humusstoffe in den Profilen einiger schweizerischer Bodentypen. — Diss. E. T. H., Zürich.
- GREENIVASAN, A. and SUBRAHMANYAN, V., 1937: Transformation of nitrogen in swamp soil. — Proc. Nat. Inst. Sci., 3: 219.
- HIESSEN, R., 1947: What is coal? — U. S. Bur. Min., Inform. Circ. 7397. (53 pp.)
- WEISSERMEL, W., 1923: Zur Genese des deutschen Braunkohlentertiärs, besonders der mitteldeutschen Älteren Braunkohlenformation. — Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 75: 14—45. Berlin.
- VEYLAND, H., 1927: Die chemischen Vorgänge bei der Entstehung der Kohlen. — Die Naturwissensch., 15: 327—335. Berlin.

B. Chemistry of pollen grains and spores

- AMINTZIN, A. und PRZYBYTEK, D. S., 1886: Aschenanalyse des Pollens von *Pinus sylvestris*. — Bull. Acad. Imp. Sci. St. Pétersb., 30: 357—362.
- ERESLING, K., 1891: Beiträge zur Chemie des Blütenstaubes von *Pinus sylvestris*. — Inaug.-Diss., Dorpat. (70 pp.)
- CHULZE, E. und VON PLANTA, A., 1886: Ueber das Vorkommen von Vernin im Blütenstaub von *Corylus avellana* und von *Pinus sylvestris*. — Hoppe-Seyler, Zeitschr. physiol. Chem., 10: 326—330. Strassburg.
- WODEHOUSE, R., 1947: Standardization of pollen extracts. — Ann. Allergy, 5: 277—296.
- and COCA, A., 1946: Pollen antigens. Critical review of literature. — Ibid., 4: 58—71.

Pollen and Spore Morphology

- A: Technique. B: Comprehensive papers and papers with scattered information, etc. C: *Dicotyledonae*. D: *Monocotyledonae*. E: *Gymnospermae*. F: *Pteridophyta*. G: *Bryophyta*. H: *Nonembryophyta*. I: Other microfossils.

A. Technique

- CLIFFORD, R. I., 1941: Pollen studies. A contrast color method of examining unstained pollen grains. — Jour. Allergy, 12: 572.
- ENNINGHOFF, W. S., 1947: Use of trisodium phosphate with herbarium material and microfossils in peat. — Science, 106 (2753): 325—326.
- UCHHOLZ, J. T., 1947: Methods in the preparation of chromosomes and other parts of cells for examination with an electron microscope. — Amer. Jour. Bot., 34: 445—454. Burlington, Vt.
- UKATSCH, F., 1941: Einige Anwendungsgebiete der Fluorezenzmikroskopie. — Zeitschr. ges. Naturwiss., 7: 288.
- ARKE, S. H., 1938: The use of perforated cards in multiple-entry identification keys in the study of the inter-relation of variable properties. — Chronica Bot., 4: 517—518. Leiden.
- EFLANDRE, G., 1935: Technique micropaléontologique appliquée à l'étude des silex. — Bull. Soc. franç. Micros., 4: 104—111. Paris.

- FREY-WYSSLING, A., 1937: Röntgenometrische Vermessung der submikroskopischen Räume im Gerüstsubstanzen. — *Protoplasma*, 27: 372.
- , 1937: Submicroscopic morphology of protoplasm and its derivatives. New York. (263 pp., 161 text-figs.)
- HAITINGER, M., 1938: Fluorezenzmikroskopie. — Akad. Verlagsges., Leipzig.
- JONES, M. D. and NEWELL, L. C., 1948: Size, variability, and identification of grass pollen. — *Jour. Amer. Soc. Agron.*, p. 136—143.
- ZIEGENSPECK, H., 1940: Dichroskopie und Metachroskopie. Der Dichroismus und Metachroismus besonders substantiv gefärbter natürlicher Pflanzenmembranen als ein Hilfsmittel zum Erforschen der physikalisch-chemischen Beschaffenheit derselben. — *Protoplasma*, 35: 237.

B. Comprehensive papers, etc.

- BISCHOFF, G. W., 1833, 1838: Handbuch der botanischen Terminologie und Systemkunde. II—III. Nürnberg. (Pollen p. 374—382; tab. XXXIV fig. 1213—1275.)
- VAN CAMPO-DUPLAN, M., 1946: Observations sur l'emploi des grains de pollen en phylogénie. — *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 81 (4 pp.)
- , 1948: Considérations générales sur l'évolution des grains de pollen. — *Ibid.*, 83 (8 pp.; 16 ill.)
- LE MAOUT, E. et DECAISNE, J., 1868: *Traité générale de botanique*. Paris.
- DE LEMOS PEREIRA, ALICE, 1942: Sobre o citoplasma e a membrana da célula vegetal. I. Substâncias não cromáticas e a reacção de Feulgen. — *Bol. Soc. Broteriana*, 16: 153—160.
- SAX, K. and HUSTED, L., 1936: Polarity and differentiation in microsporophyte development. — *Amer. Jour. Bot.*, 23.
- SCHNEIDER, C. K., 1917: *Illustriertes Handwörterbuch der Botanik*. — 2. Aufl. (herausgeg. von K. Linsbauer). Leipzig.
- VOGL, ELISABETH, 1947: Untersuchungen über die Teilungsrichtungen in Pollenmutterzellen und bei der Blaualge *Chroococcus*. — *Österr. Bot. Zeitschr.*, 94: 1—29.
- WENNER, C.-G., 1948: Pollen diagrams from Labrador. — *Geogr. Annaler Stockholm*. (Air bladders in conifer pollen, size variation in *Betula* pollen, etc.)

C. Dicotyledonae

- BAILEY, I. W. and SWAMY, B. G. L., 1948: *Amborella trichopoda* BAILL. a new morphological type of vesselless dicotyledon. — *Jour. Arn. Arb.*, 29: 245—254.
- BAKER, H. G., 1948: Relationships in the *Plumbaginaceae*. — *Nature*, 161: 400.
- BREMEKAMP, C. E. B., 1948: Notes on the *Acanthaceae* of Java. — *Verh. Ned. Akad. Wet. (Tweede Sect.)*, 45 (2): 1—78. Amsterdam.
- , 1948: List of the *Acanthaceae* collected in Celebes by Dr. W. Kaudern and Dr. G. Kjellberg. — *Svensk Bot. Tidskr.*, 42: 372—403. Uppsala.
- and NANNENGA-BREMEKAMP, N. E., 1948: A preliminary survey of the *Ruellinae* (*Acanthaceae*) of the Malay Archipelago and New Guinea. — *Verh. Ned. Akad. Wet. (Tweede Sect.)*, 45 (1): 1—39.
- COOKSON, ISABEL, 1947: Note on the pollen of *Nothofagus Gunnii* (Hook. OERST. — *Proc. R. S. Victoria*, 58 (N. S.), I—II (2 pp.). Melbourne.

- ERDTMAN, G., 1948: Om insamling av ekpollen. — Bot. Notiser: 116—117. Lund.
- , 1948: Did dicotyledonous plants exist in early Jurassic times? — Geol. Fören. Förhandl., 70: 265—271. Stockholm. (Pollen grains of *Eucommia*.)
- , 1948: Pollen morphology and plant taxonomy. VIII. *Didiereaceae*. — Bull. du Muséum, 2. sér., 20: 387—394; 9 figs. Paris.
- , 1948: Algunos aspectos de la palinología. — Anal. Inst. Esp. Edaf., 7: 2 (7 pp., 7 figs.). Madrid. (*Betula*, *Bernoullia*, *Casuarina*, *Geniostoma*, *Gomphandra*, *Kleinhovia*.)
- MAGNEPAIN, F., 1903: Contribution a (sic!) l'étude du pollen des Geraniacées. — Bull. Soc. Hist. Nat. d'Autun, vol. 16 (15 pp.; 1 pl. with 26 illustr. of pollen grains in *Balsaminac.*, *Geraniac.*, *Linac.*, *Oralidac.*, *Tropaeolac.*: review in Bot. Centralbl., 96: 182—183, 1904).
- MOWARD, R., 1948: The morphology and systematics of the West Indian *Magnoliaceae*. — Bull. Torr. Bot. Cl., 75: 335—357. Lancaster, Pa.
- MURTZ, E., 1948: Pollen grain characters of certain *Cactaceae*. — Ibid., 75: 516—522; 9 text-figs.
- NIKKELSEN, V., 1948: Et Forsøg til Identificering af Cruciferpollen i Honning. — Tidsskr. Planteavl., 51: 529—544. København. (Summary p. 543—544: An attempt to identify *Cruciferae* pollen in honey.)
- ROCHON, M., 1948: Classification des Apocynacées. I. Carissées et Ambélanées. — Mém. Mus. Nat. Hist., N. S., 24: 111—181. Paris. (35 outline drawings of pollen grains in pl. II, IV.)
- , 1948: Classification des Apocynacées: X. Genre »*Mandevilla*». — Bull. du Muséum, 2. sér., 20: 101—108.
- SENNER, O., 1919: Zur Biologie und Morphologie der männlichen Haplonten einiger Önotheren. — Zeitschr. Bot., 11: 305—380; 39 figs. Jena.

D. *Monocotyledonae*

- SHRI, B. M., 1935: Life-history of *Butomopsis lanceolata*, KUNTH. — Nature, 136: 338.
- ONES, M. D. and NEWELL, L. C., 1948: Size, variability, and identification of grass pollen. — Jour. Amer. Soc. Agron., 40: 136—143.
- SAHESHWARI, P., 1948: The angiosperm embryo sac. — Bot. Rev., 14: 1—56. Lancaster, Pa.
- TEITEZ, E. y BLANCO, J., 1947: Relaciones entre la condición genética del maíz y las características biométricas de su polen (trabajo preliminar). — Anal. Inst. Esp. Edaf., 6: 3 (p. 589—601; English summary p. 601—602; 4 pl. with 8 microphotographs). Madrid.

E. *Gymnospermae*

- AN CAMPO-DUPLAN, M., 1946: Étude de la structure de quelques grains de pollen d'Abiétinées. — Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, vol. 81 (5 pp., 6 ill.).
- , 1947: Observations sur les grains de pollen fossiles. — CRAS, 225: 1018—1019. Paris.
- , 1947: Considérations biométriques sur les grains de pollen des Abiétinées. — Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, vol. 82 (8 pp.).
- , 1947: Étude de quelques grains de pollen sans ballonnets des Abiétinées. — Ibid., vol. 82 (8 pp., 16 ill.).

- VAN CAMPO-DUPLAN, M., 1948: Notes sur le pollen des hybrides chez les Abietinées. — Ibid., vol. 83 (4 pp.).
- COKER, W. C., 1904: On the spores of the *Coniferae*. — Bot. Gaz., 38: 206—213. 24 figs. Chicago.
- DULHUNTY, J. A., 1946: Principal microspore-types in the Permian coals of New South Wales. — Proc. Linn. Soc. N. S. W., 70: 147—157; 48 ill.
- FLORIN, R., 1944: Zur Phylogenie der Mikrosporen innerhalb der Koniferen und Eibengewächse. — Svensk Bot. Tidskr., 38: 199—206. Uppsala.
- , 1948: On *Nothotaxus*, a new genus of the *Taxaceae*, from eastern China. — Acta Horti Berg., 14: 385—395; 4 pollen microphotographs.
- GAUSSEN, H., 1944, 1946: Les Gymnospermes actuelles et fossiles. I, II (1944), III (1946). Toulouse.
- SINNOTT, E. W., 1913: The morphology of the reproductive structures in the *Podocarpaceae*. — Ann. Bot., vol. 27. London.
- WANG, F. H., 1948: Life history of *Keteleeria*. I. Strobili, development of the gametophytes and fertilization in *Keteleeria Evelyniana*. — Amer. Jour. Bot., 31: 21—27.

F. *Pteridophyta*

- PICHI-SERMOLLI, R., 1946: *Negripteridaceae* e *Negripteris*, nuova famiglia e nuovo genere delle *Filicales*. — Nouv. Giorn. Bot. Ital., 53: 129—169.
- REED, C., 1947: The phylogeny and ontogeny of the *Pteropsida*. I. *Schizaeales*. — Bol. Soc. Broter., 2. ser., 21: 71—197; 5 plates with 32 spore microphotographs. Coimbra.

G. *Bryophyta*

- MÜLLER, K., 1948: Der systematische Wert von Sporophytenmerkmalen bei den beblätterten Lebermoosen. — Svensk Bot. Tidskr., 42: 1—16. Uppsala.
- SELLING, O., 1948: Studies in Hawaiian pollen statistics. III. — Bernice P. Bishop Mus., Spec. Publ. 39. Göteborg. (Liverwort spores figs. 21—24 p. 72.)

H. *Nonembryophyta*

- LEVINE, M. N., 1923: A statistical study of the comparative morphology of biologic forms of *Puccinia graminis*. — Jour. Agron. Res., 24: 539—568.
- , 1928: Biometrical studies on the variation of physiologic forms of *Puccinia graminis tritici*, and the effects of ecological factors on the susceptibility of wheat varieties. — Phytopath., 18: 7—125.
- LOHWAG, H., 1941: Anatomie der Asco- und Basidiomyceten. — Handb. d. Pflanzenanat., Bd. VI, Abt. II, Teilbd. 3 c.
- WATERHOUSE, W. L., 1930: Australian rust studies. II. Biometrical studies on the morphology of spore forms. — Proc. Linn. Soc. N. S. W., 55: 159—178; 1 pl. with 8 uredospore microphotographs.

I. *Other microfossils*

- DEFLANDRE, G., 1936: Tinntinnoïdiens et Calpionelles. — Bull. Soc. franç. Microsc., 5: 112—122. Paris.

- DEFLANDRE, G. et DANGEARD, L., 1938: *Schizosphaerella*, un nouveau microfossile méconnu du Jurassique moyen et supérieur. — CRAS, 204: 115—117; 6 figs. Paris.
- EHRENBERG, C. G., 1854: Mikrogeologie. Leipzig.
- EISENACK, A., 1931: Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. I. — Paläont. Zeitschr., 13: 74—118, pl. 1—5. Berlin.
- , 1932: Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. II. — Ibid., 14: 257—277.
- , 1934: Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. III. Neue Mikrofossilien des böhmischen Silurs. I. — Ibid., 16: 52—76.
- , 1935: Mikrofossilien aus Doggergeschieben Ostpreussens. — Zeitschr. Geschiebeforsch., 11: 167—184; 9 figs. (*Ovum hispidum* etc.) Frankfurt/Oder.
- , 1937: Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. IV. — Paläont. Zeitschr., 19: 217—243; pl. 15, 16.
- , 1938: Hystrichosphaerideen und verwandte Formen im baltischen Silur. — Zeitschr. Geschiebeforsch., 14: 1—30; 4 plates.
- , 1938: Die Phosphoritknollen der Bernsteinformation als Überlieferer tertiären Planktons (Vorläufige Mitteilung). — Schr. Phys.-ökon. Ges. Königsberg (Pr.), 70: 181—188; 6 text-figs.
- , 1939: Chitinozoen und Hystrichosphaerideen im Ordoviciun des Rheinischen Schiefergebirges. — Senckenbergiana, 21: 135—152. Frankfurt a. M.
- , 1942: Die Melanosklerotiden, eine neue Gruppe silurischer Mikrofossilien aus dem Unterstamm der Nesseltiere. — Paläont. Zeitschr., 23: 157—180. Berlin.
- FIRBAS, F., GRÜNING, G., WEISCHEDEL, I. und WORZEL, G., 1948: Beiträge zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Vogesen. — Bibl. Botan., 121: 1—76 (zoomicrofossils p. 51, 52). Stuttgart.
- FUCHS, T., 1905: Ueber die Natur von *Xanthidium* EHRENBERG. — Centralbl. f. Min. etc., p. 340—342.
- GLAESSNER, M., 1945: Principles of micropalaeontology. — Melb. Univ. Press and Oxford Univ. Press, Melbourne and London. (296 pp.)
- HOOGENRAAD, H. R. und GROOT, A. A., 1940: Moosbewohnende thekamoebe Rhizopoden von Java und Sumatra. — Treubia, vol. 17.
- KRÄUSEL, R., 1939: Sind die paläozoischen Hystrichosphaerideen Einzeller oder Pflanzensporen? — Senckenbergiana, 21: 358—363. Frankfurt a. M.
- , 1940: Noch einmal devonische Sporen und Hystrichosphaerideen. — Ibid., 22: 1—2.
- LEJEUNE, M., 1937: L'étude microscopique des silex. Un fossile anciennement connu et pourtant méconnu: *Hystrichosphaera ramosa* EHREBG (2. note). — Ann. Soc. Géol. Belg., 60, B 239—B 260; 2 pl.
- LOHMANN, H., 1904: Cysten, Eier und Larven. — Ergebn. Plankton-Exp. Humboldt-Stiftung.
- , 1911: Eier und Cysten des nordischen Planktons. — Nordisches Plankton, II. Kiel und Leipzig.
- MERRILL, J. A., 1895: Fossil sponges of the flint nodules in the Lower Cretaceous of Texas. — Bull. Mus. Comp. Zool. Harv., 28 (*Hystrichosphaera* etc. p. 15—17, figs. 11—22).
- SCHRÖDER, O., 1909: Unbekannte treibende Eier und Cysten. — Deutsche Südpolarexp. 1901—1903, vol. 10: 307—316. Berlin.

- THALMANN, H. E., 1942: Stratigraphic importance of the *Tintinnidae*. — Bull. Geol. Soc. Amer., 53 (2): 1837—1838.
- THIERGART, F., 1942: Mikrobotanische Mitteilungen. 1. Über ein Auftreten von Hystrichosphaerideen in der untermiozänen Braunkohle von Finkenheerd bei Frankfurt a. O. — Jahrb. Reichsst. Bodenforsch. f. 1941 vol. 62: 113—116. Berlin.
- VALENSI, L., 1947: Note préliminaire à une étude des microfossiles de silix jurassiques de la région de Poitiers. — CRAS, 225: 816—818; 8 figs. (*Gonyaulax*, *Hystrichosphaeridium*, *Michrhystridium*).
- WETZEL, O., 1932: Die Typen der baltischen Geschiebef Feuersteine, beurteilt nach ihrem Gehalt an Mikrofossilien. — Zeitschr. Geschiebeforsch., 8: 129—146.
- , 1933: Die in organischer Substanz erhaltenen Mikrofossilien des baltischen Kreidefeuersteins. — Palaeontographica, 77: 141—186; 78 (A): 1—110. Stuttgart.
- WETZEL, W., 1923: Sedimentpetrographische Studien. I. Feuerstein. — N. Jahrb. f. Min. etc., Beil.-Bd. 47: 39—78.
- WHITE, M. C., 1862: Discovery of microscopic organisms in the siliceous nodules of the Paleozoic rocks of New York. — Amer. Jour. Sci., 33: 385—386.

Aerobiology

- CASTEX, M. R., MORENO, G. R., y MOLFINO, R. H., 1941: Anemopolinología en la ciudad de Buenos Aires durante el mes de septiembre de 1940. — Anal. Inst. Invest. Fís. Apl. Patol. Hum., 3: 157—168.
- — —, 1941: Algunos datos sobre flora alergógena Argentina. — Ibid. 3: 169—176.
- CLAUS, E., 1948: A study of the anemophilous plants of Puerto Rico. — Bot. Gaz., 109: 249—258. Chicago.
- COAD, B. R., 1931: Insects captured by airplane are found at surprising heights. — Yearb. U. S. Dep. Agric., p. 320.
- EHRENBURG, C. G., 1849: Passatstaub und Blutregen. Ein grosses unsichtbares Leben in der Atmosphäre. — Abh. Berlin. Acad. Phys. Abhandl. p. 269.
- ELTON, C. S., 1925: The dispersion of insects to Spitzbergen. — Trans. Entom. Soc., p. 289.
- GISLÉN, T., 1948: Aerial plankton and its conditions of life. — Biol. Reviews 23: 109—126.
- GLICK, P. A., 1939: The distribution of insects, spiders, and mites in the air. — Techn. Bull. U. S. Dep. Agric., No 673.
- GRECO, J. B. and OLIVEIRA LIMA, A., 1944: The pollen content of the air in Rio de Janeiro, Brazil. — Jour. Allergy, 15: 138—140.
- — and TUPINAMBÁ, A., 1942: The pollen content of the air in Bel Horizonte, Brazil. — Ibid., 13: 411—413.
- HARDY, A. C. and MILNE, P. S., 1938: Studies in the distribution of insect by arial currents. — Ecology, 7: 199.
- HUSTEDT, F., 1921: Die Natur der Harmattantrübe. — Deutsche überseeische meteorologische Beobachtungen.

- JONES, M. D. and NEWELL, L. C., 1946: Pollination cycles and pollen dispersal in relation to grass improvement. — Nebr. Agron. Exp. Sta. Res. Bull. 148.
- MEIER, F. C., 1935: Microorganisms in the atmosphere of arctic regions. — *Phytopathology*, 25: 27.
- MOUTON, F. R. (Ed.): *Aerobiology*. — Publ. No. 17, Amer. Ass. Adv. Sci., Washington, D. C. (X + 289 pp.)
- AN Overeem, M. A., 1936: A sampling apparatus for aeroplankton. — *Proc. Akad. Wet. Amsterdam*, 39 (8): 1—11.
- PADY, S. M., KELLY, C. D. and POLUNIN, N., 1948: Arctic aerobiology, II. Preliminary report on fungi and bacteria isolated from the air in 1947. — *Nature*, 162: 379—381. London.
- POLUNIN, N., PADY, S. M., and KELLY, C. D., 1947: Arctic aerobiology. — *Ibid.*, 160: 876—877. London.
- —, 1948: Aerobiological investigations in the Arctic and Subarctic. — *Arctic, Jour. Arct. Inst. N. Amer.*, vol. 1 (2 pp.).
- ROCTOR, B. E., 1936: The microbiology of the upper air. — 2. Int. Congr. Microbiol., London. Abstr. Comm.: 118—119.
- and PARKER, B., 1938: Microbiology of the upper air. III. An improved apparatus and technique for upper air investigations. — *Jour. Bacteriol.*, 36: 175—185.
- ROGERS, L. A. and MEIER, F. C., 1936: An apparatus for collecting bacteria in the stratosphere. — *Ibid.*, 31: 27.
- TEITEZ, E., 1947: Análisis polínico atmosférico de Pontevedra y estudio de la flora alergógena de su comarca. — *Anal. Acad. Farm.*, 13: 191—243; English summary p. 243, 244.

Pharmacognosy

- ARRAR, C. L., 1944: Productive management of honeybee colonies in the Northern States. — U. S. Dept. Agric., Circ. 702: 1—28. Washington, D. C.
- ARRIS, W. F. and FILMER, DORIS, (1947) 1948: A recent outbreak of honey poisoning. IV. — *N. Z. Jour. Sci. Techn.*, 29: 134—143. Dunedin, N. Z. (*Cirsium*, *Coriaria*, *Hypochoeris*, *Knightia*, *Leontodon*, *Leptospermum*, *Metrosideros*.)
- AURIZIO, ANNA, 1947: Walliser Honigtypen. (Beitrag 5 zur Serie »Schweizerische Honigtypen«). — *Bull. Murithienne, Soc. Valais, sci. nat.*, 64: 38—51. Sion.
- , 1947: Echter Honig und Honigverschnitt. — *Prisma, Schweiz. Monatsschr. f. Natur, Forsch. u. Techn.*, 2: 156—157.
- RIKKESEN, V., 1948: Et Forsøg til Identificering af Cruciferpollen i Honning. — *Tidsskr. Planteavl.*, 51: 529—544. København. (Summary p. 543—544: An attempt to identify *Cruciferae* pollen in honey.)
- ELLETT, F. C., 1947: American honey plants, together with those which are of special value to the beekeeper as source of pollen. — 4. ed. (460 pp.)
- PEL, CHR. og ERIKSEN, K. M., 1939: Pollenanalytiske Undersøgelser over Honningbiernes Traekplanter. II. — *Tidsskr. Planteavl.*, 44: 129—157.
- , 1944: Pollenanalytiske Undersøgelser over Honningbiernes Traekplanter. III. — *Ibid.*, 49: 303—318.

Pollen and Spore Analysis

A. Theory. I: Principles. II: Technique.

B. Practical results (analyses). I. Prequaternary deposits. II. Quaternary deposits.

A. I. Principles

- GAUSSEN, H., 1929: Les analyses polliniques de tourbières et la tourbière de Pinet. — Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 58: 656—660.
- , 1933: Les diagrammes polliniques et leur interprétation. — 66. Congr. Soc. Savantes.
- SALISBURY, E. J. and JANE, F. W., 1940: Charcoals from Maiden Castle and their significance in relation to the vegetation and climatic conditions in prehistoric times. — Jour. Ecol., 28: 310.
- SALMI, M., 1948: The Hekla ashfalls in Finland A. D. 1947. — C. R. Soc. géol. Finl., 21: 87—96. (P. 88: volcanic ash carried from Hekla to Helsingfors in 51 hours.)
- THIERGART, F., 1945: Leitpollen der untermiozänen und oberoligozänen Braunkohle und ihre systematische Stellung. — Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 97: 54—65.
- WENNER, C.-G., 1948: Pollen diagrams from Labrador. — Geogr. Annaler Stockholm.
- WESTENBERG, J., 1948: Significance test for median and interquartile range in samples from continuous populations of any forms. — Proc. Ned. Akad. Wet., 51 (2): 252—261.

A. II. Technique

- BENNINGHOFF, W., 1947: Use of trisodium phosphate with herbarium material and microfossils in peat. — Science, 106 (2753): 325—326.
- BURKHARDT, E., 1931, 1933: Entnahme von Bodenproben in ungestörter Verfassung. — Die Bautechnik (1931: 17; 1933: 1—2.)
- EHRENBURG, J., 1933: Geräte zur Entnahme von Bodenproben für bodenphysikalische Untersuchungen. — Mitt. Preuss. Versuchsanst. f. Wasserbau usw., 15; Die Bautechn., 24.
- KRANZ, W., 1933: Bewährung des neuen »Bohrpfahl«-Verfahrens zum Kernbohren in Alluvium, Diluvium und deren Trias-Untergrund beim Neckarkanalbau. — Centralbl. f. Min. etc., B: 6.
- OLSSON, J., 1925: Kolvborr, ny borrtyp för upptagning av lerprov. — Tekn. Tidskr., V. o. V., 55: 13—16. Stockholm.
- PRATJE, O., 1933: Gewinnung und Untersuchung von Meeresgrundproben. — Abderhalden, Handb. d. biol. Arbeitsmeth., Abt. IX, T. 6: 3. Berlin-Wien.
- REISSINGER, A., 1930: Methode zur Untersuchung der Seeschlammsschichten, ihrer Mächtigkeit und ihrer Zusammensetzung. — 3. Ber. naturwiss. Ges. Bayreuth.
- SMITH, H. W. and MOODIE, C. D., 1947: Collection and preservation of soil profiles. — Soil Sci., 64: 61—69.
- TRIEBEL, E., 1947: Methodische und technische Fragen der Mikropaläontologie. — Senckenberg-Buch 19; 47 pp., 35 text-figs. Frankfurt a. M.

B. I. Analyses. Prequaternary Deposits

a. Comprehensive papers, etc. b. Paleozoic pollen grains and spores. c. Mesozoic pollen grains and spores. d. Tertiary pollen grains and spores.

a. Comprehensive papers, etc.

ANDREWS, H., 1948: Some evolutionary trends in the pteridosperms. — Bot. Gaz., 110: 13—31. Chicago.

ARNOLD, C. A., 1947: An introduction to paleobotany. New York and London. (IX + 433 pp.)

THOMAS, H. H., 1936: Paleobotany and the origin of the angiosperms. — Bot. Review, 2: 397—418. Lancaster, Pa.

WICHER, C. A., 1942: Praktikum der angewandten Mikropaläontologie. Berlin.

b. Paleozoic pollen grains and spores

ANDREWS, H. and MAMAY, S., 1948: A *Crossotheca* from Northern Illinois. — Ann. Miss. Bot. Gard., 35: 203—204; 1 pl. with 2 spore ill.

DIJKSTRA, S. J. (under Mitarbeit von Jhr. P. H. van Vierssen Trapt), 1946: Eine monographische Bearbeitung der karbonischen Megasporen mit besonderer Berücksichtigung von Südlmburg (Niederlande). — Meded. Geol. Sticht., Ser. C, III (1: 1): 1—101. Maastricht (16 plates with 184 illustrations of pollen grains).

DULHUNTY, J. A., 1946: Principal microspore-types in the Permian coals of New South Wales. — Proc. Linn. Soc. N. S. W., 70: 147—157; 48 ill. Sydney.

HOSKINS, J. H. and CROSS, A. T., 1943: Monograph of the Paleozoic cone genus *Bormanites* (*Sphenophyllales*). — Amer. Midl. Nat., 30: 113—163.

ELOVSKAYA, M. V., 1936: Spores of the Barzas coal. — Trans. Centr. Geol. Prosp. Inst., 70.

ERGOLSKAYA, Z. V., 1936: Petrographical examination of the Barzas coal. — Ibid., 70.

KNOX, E., 1947—48: The microspores in coals of the Limestone Coal Group in Scotland. — Trans. Inst. Min. Engin., 107. London. (9 pp.; 55 ill. of spores.)

KRÄUSEL, R., 1939: Paläobotanische Notizen. XXI. Sind die paläozoischen Hystrichosphaerideen Einzeller oder Pflanzensporen? — Senckenbergiana, 21: 358—363. Frankfurt a. M.

—, 1940: Paläobotanische Notizen. XXII. Noch einmal devonische Sporen und Hystrichosphaerideen. — Ibid., 22: 1—2.

— und WEYLAND, H., 1935: Pflanzenreste aus dem Devon. IX. — Ibid., 19.

LANG, W. H., 1926: Contributions to the study of the Old Red Sandstone flora of Scotland. III. On *Hostimella* (*Ptilophyton*) *Thomsoni*, and its inclusion in a new genus, *Milleria*. — Trans. R. S. Edinb., 54 (3): 785—790.

LANGE, TH., 1926: Die Bedeutung der Sporen für die Stratigraphie des Karbons. — Zeitschr. obereschles. Berg- u. Hüttenmänn. Ver., p. 340. Katowice.

—, 1930: Oberschlesische Sporenkohle. — Kohle und Erz, 27: 564. Berlin.

LECLERCQ, SUZANNE, 1938: Sur un *Sigillariostrobus* hétérospore: *Sigillariostrobus sphenophylloides* nov. sp. — Ann. Soc. géol. Belg., 61, Bull. N:o 6, p. 164—170.

LEVITTAN, E. and BARGHOORN, E., 1948: *Sphenostrobus Thompsonii*: a new genus of the *Sphenophyllales*? — Amer. Jour. Bot., 35: 350—357.

- MOORE, L. R., 1946: On the spores of some Carboniferous plants; their development. — Quart. Jour. Geol. Soc., 102: 251—298. London. (Pl. XVI with 14 ill. of pollen grains and spores.)
- PAGET, R. F., 1936: The correlation of coal seams by microspore analysis. The seams of Warwickshire. — Trans. Inst. Min. Engin., 92.
- RADFORTH, W. N., 1938: An analysis and comparison of the structural features of *Dactylothea plumosa* ARTIS sp., and *Senftenbergia ophiodesmatica* GÖPPERT sp. — Trans. R. S. Edinb., 59 (2): 385—396.
- , 1939: Further contributions to our knowledge of the fossil *Schizaeaceae*: genus *Senftenbergia*. — Ibid., 59 (3): 745—761.
- RAISTRICK, A. and MARSHALL, C. E., 1939: Nature and origin of coal and coal seams. London (English Univ. Press).
- SAHNI, B., 1939: The relation of the *Glossopteris* flora with the Gondwana glaciation. — Proc. Ind. Acad. Sci., 9 (6 pp.).
- SCHENK, A., 1856: Die fossile Flora der Grenzsichten des Keupers und Lias Frankens. Wiesbaden.
- SELLARDS, E. H., 1902: On the fertile fronds of *Crossothea* and *Myriothea*, and on the spores of other Carboniferous ferns from Mazon Creek, Illinois. — Amer. Jour. Sci., 4th Ser., 14: 195—202.
- SLATER, L., 1932: Microscopical study of coal-seams and their correlation. — Trans. Inst. Min. Engin., 83.
- TRUEMAN, A. E., 1938: The identification and correlation of coal seams. — Sci. Progress, 33.
- TSCHUGURAJEVA, A. A., 1947: O pylze Caytonievych is jurskich otloschenii Kasachstana. — Sov. Bot., 15: 146—149 (with ill. of the pollen grains in *Caytonia Arberi* and *C. oncodes*).
- VIRKKI, C. (Mrs. C. Jacob), 1945: Spores from the Lower Gondwanas of India and Australia. — Proc. Nat. Acad. Sci. India, 15: 93—176. (81 text-figs.; 13 pl. with 176 figs.)
- WALKOM, A. B., 1944: Fossil plants from Gingin, W. A. — Jour. R. S. West. Austr., 28: 201—207. Perth, W. A.

c. Mesozoic pollen grains and spores

- ERDTMAN, G., 1948: Did dicotyledonous plants exist in early Jurassic times? — Geol. Fören. Förhandl., 70: 265—271. Stockholm. (15 ill. of pollen grains.)
- HARRIS, T. M., 1933: A new member of the *Caytoniales*. — New Phyt., 32: 97—114.
- , 1940: On *Caytonia* THOMAS. — Ann. Bot. (N. S.), 4: 713—734.
- , 1941: *Caytonanthus*, the microsporophyll of *Caytonia*. — Ibid., 5: 47—58.
- NATHORST, A. G., 1908: Paläobotanische Mitteilungen. 4. Über die Untersuchung kutinierter fossiler Pflanzenteile. — K. Vet.-akad. Handl., 43 (6): 3—13.
- , 1908: Paläobotanische Mitteilungen. 6. *Antholithus Zeilleri* n. sp. mit noch erhaltenen Pollenkörnern aus den rhätischen Ablagerungen Schönbens. — Ibid., 43 (6): 20—24.
- WETZEL, O., 1948: Mikropaläontologische Funde in Gesteinsproben einer holsteinischen Bohrung, besonders in Kreide- und Keuperschichten. — N. Jahrb. f. Min. etc., Abhandl., 89 (B): 315—348; 6 pl. (*Abietineae*; *Hystrichosphaera* etc.)

d. Tertiary pollen grains and spores

- OKSON, ISABEL, 1947: On fossil leaves (*Oleaceae*) and a new type of fossil pollen grains from Australian brown coal deposits. — Proc. Linn. Soc. N. S. W., 72: 183—197; pl. 8—10 (*Tricolporites sphaerica*).
- HOSE, A. K., 1941: Fossil pollen in the Tertiary rocks of Assam. — Sci. and Cult., 6.
- RIEGERT, F., 1942: Mikropaläobotanische Mitteilungen. 2. Zur Altersbestimmung eines Saprophumolits am Roten Kliff auf Sylt zwischen Wenningstedt und Kampen (Buhne 31). — Jahrb. Reichsst. f. Bodenforsch. f. 1941, vol. 62: 111—113.
- RIEGERT, F., 1943: Leitpollen der untermiozänen und oberoligozänen Braunkohle und ihre systematische Stellung. — Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 97: 54—65.
- TOIGT, E., 1935: Die Erhaltung von Epithelzellen mit Zellkernen, von Chromatophoren und Corium in fossiler Froschhaut aus der mitteleozänen Braunkohle des Geiseltales. — Nova Acta Leopold., N. F., 3.

B. II. Quaternary Deposits

Comprehensive paper

- IRBAS, F., 1947: Über die späteiszeitlichen Verschiebungen der Waldgrenze. — Die Naturwissensch., 34: 114—119. Düsseldorf.

Africa

- DUBOIS, G., DUBOIS, CAMILLE, et JAEGER, P., 1948: Sol tourbeux d'*Eriospora* dans les Monts-Loma, en Afrique occidentale. — CRAS, 227: 217—218. Paris.

Asia

- LARDON, H. J. en POLAK, B., 1941: De chemische samenstelling van enkele venen in Nederlandsch Indië. — Landbouw, 17: 1083—1092; Buitenzorg. (*Anisoptera*, *Antidesma*, *Brackenridgea*, *Combretocarpus*, *Durio*, *Ganua*, *Ilex*, *Koempassia*, *Myrtac.*; *Lygodium*, *Stenochlaena*.)
- SASAMUNE, G. and KOHAYAKAWA, T., 1942: Pollens and spores in the peat found at Kadok, Taiwan. — Acta Phytotax. Geobot., 13: 172—173; 11 text-figs. Kyoto. (*Ab*, *Q*, *Carex*, *Clerodendron*, *Ligustrum*, *Rhododendr.*; *Dryopt.*, *Lycopod.*, *Selaginella*.)
- POLAK, B., 1941: Veenonderzoek in Nederlandsch Indië. 1. Stand en exposé der vraagstukken. — Landbouw, 17: 1033—1062. (Summary p. 1062: Peat investigations in the Netherland Indies: an outline of the problems; *Cyperac.*, *Dipterocarp*-type, *Gramin.*, *Myrtac*-type, *Acrostichum*, *Ceratopteris*, *Diplazium*, *Lygodium scandens*, *Stenochlaena*.)
- ING, S., 1948: Plant geography of Sinkiang. — Sci. and Technol. in China, vol. 1.

Austria

- ON SARNTHEIN, R., 1947: Pollenanalytische Untersuchungen in Kärnten. — Carinthia II, Mitt. Naturw. Ver. Kärnten, 136. Jahrg., p. 111—129. Klagenfurt. [3 diagrams; *A*, *Ab*, *Acer*, *B*, *C*, *Co*, *F*, *Fraxinus*, *Hedera*, *Hippophaë*, *Juglans*, *Ostrya*, *P*, *Pc*, *Q*, *S*, *T*, *U*; *Artemisia* (cf. *A. campestris*), *Cyperac.*, *Phragmites*; ferns, *Selaginella*].

- VON SARNTHEIN, R., 1948: Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschichtlichen Bedeutung. — Österr. Bot. Zeitschr. 95: 1—85. [14 diagrams; *A*, *Ab*, *B*, *C*, *Co*, *F*, *Fraxinus*, *Hedera*, *Hippophaë*, *P* (cf. *P. cembra*, cf. *P. montana*), *Pc*, *Q*, *S*, *T*, *U*; *Caryophyll.* *Compos.* (cf. *Arnica mont.*, *Artemisia* cf. *campestris*), *Cyperac.*, *Gramin.* *Myriophyll.*, *Plantaginac.*, *Polygonac.*; ferns, *Lycopod.*, *Selaginella*.]

Canada

- WENNER, C.-G., 1948: Pollen diagrams from Labrador. A contribution to the Quaternary geology of Newfoundland-Labrador with comparison between North America and Europe. — Geogr. Annaler. Stockholm 1948 [241 pp.; 62 diagrams, pollen and spore tables; *A*, *B*, conifers (*Ab*, *B*, *Pc*), cf. *Myrica*; *Arabis alp.*, *Chamaener.*, *Compos.* (*Artemisia*-type, *Solidago*-type), *Cornus*, *Cyperac.*, *Drosera longif.*, *Erical.*, *Gramin.* *Linnaea*, *Nymphaea* adv., *Pedicularis*, *Plantago marit.*-type, *Primula farinosa*-type, *Sanguisorba canad.*, *Viscaria*; *Amblysteg.*, *Equiset.*, *Filicales* (*Athyra* f.-fem., *Polypod.*, *Woodsia* ilv., etc.), *Lycopod.*, *Sphagnum* *Tilletia*.]

Denmark

- BRØNSTED, J., 1938—1940: Danmarks Oldtid. I—III. København.
- IVERSEN, J., 1946: Geologisk Datering af en seneglacial Boplads ved Bromm — Aarb. Nord. Oldkynd. Hist., p. 198—231. [Summary p. XVIII—XX: Datation géologique de la station glaciaire postérieure de Bromm — 5 diagrams; *B*, *B. nana*, *Hippophaë*, *Juniperus*, *P*, *Populus*, *Sorbus* cf. *aucuparia*, *S.* cf. *herbacea*, *U*; *Alisma*, *Angelica?*, *Arctostaph. alp.*, *Artemisia*, *Calluna*, *Caryophyll.*, *Chamaener.*, *Chenopodiace.*, *Cirsium* sp., *Compos.*-*Ligulifl.*, *Compos.*-*Tubulifl.*, *Crucif.*, *Cyperac.*, *Empetrum* cf. *nigrum*, *Filipendula* cf. *ulmaria*, *Galium*, *Gramin.*, *Helianthemum oeland.*, *Mentha*, *Mentha*, *Myriophyll.* spic. et verticill., *Nuphar*, *Nymphaea* cf. *Oxyria*, *Polygon.* vivip., *Potamoget. filif.*, *P.* cf. *natans*, cf. *Potentilla*, *Ranunc.* cf. *lingua*, *Ribes* sp., *Rumex acetosa* vel *acetosella*, *Saussur.* alp., *Saxifraga aizoides* vel *oppositif.*, *Sparganium*, *Thalictr.*, *Typ.* latif., *Umbellif.*, *Urtica dioeca*, *Valeriana* off. aggr.; *Botrych.* *lunar.* aggr., *B.* cf. *multifidum*, *Dryopt.* f.-mas, *D.* linn., *D.* thelypt., *Equiset.* *Lycopod.* annot., *Ophiogloss.*, *Selaginella*; *Sphagnum*.]
- , (1947) 1948: *Centaurea cyanus*-pollen in Danish Late-Glacial deposits. Medd. Dansk Geol. For., 11: 197—200; 1 pl. with 5 ill. [*B*, *B. nana*, *Hippophaë*, *P*, *S*; *Artemisia*, *Caryophyll.*, *Chenopodiace.*, *Cirsium* cf. *pale.*, *Compos.*-*Tubulifl.*, *Cyperac.*, *Empetrum*, *Filipendula* sp., *Galium*, *Gramin.* *Helianthemum oeland.*, *Hippuris*, *Labiata* (cf. *Galeopsis*), *Myriophyll.* cf. *Plantago* major, *Potamogeton*, cf. *Rumex acetosa*, *Thalictrum*, *Typ.* lat., *Umbellif.*, cf. *Vaccinium*; *Botrychium*, *Dryopt.* linn., *Equis.*, *Selaginella*; *Sphagnum*; analyses by J. Iversen and H. Krog.]
- JESSEN, K., 1948: Om Naturforholdene ved Trelleborg og Forbruget Trae ved Borgens Opforelse. — Nordiske Fortidsminder, 4: 163—171. København. (5 diagrams; *Fraxinus*, *Artemisia*, *cerealia*, *Chenopodiace.* *Hedera*, *Plantago lanc.*, *Viscum*, etc.)
- NILSSON, T., (1947) 1948: A pollen-analytical investigation of Holmegaard Mose with considerations as to the age of the dwelling-places of the

- Maglemosean period in Denmark and surrounding areas. — Medd. Dansk Geol. Foren., 11: 201—217. (2 diagrams; *A, B, C, Co, F, P, Pc, Q, S, T, U*; analyses by T. Nilsson and Maja Persson.)
- NILSSON, T., 1948: On the application of the Scanian Post-Glacial zone system to Danish pollen-diagrams. — Danske Vidensk. Selsk., Biol. Skr., V (5): 1—54; 2 pl. København. (2 pollen diagrams and 11 synchronized coordination diagrams; *A, B, C, Co, F, Fraxinus, P, Pc, Q, S, T, U; Artemisia, Centaurea, Chenopodiaceae, Fagopyrum, Gramin. cult. et spont., Hedera, Myriophyll. verticill., Nymphaea, Plantago lanc. et major, Polygonum cf. bistorta, Rumex, Typha lat., Viscum.*)
- VESTERBY, E., 1946: Da Danmarks ældste Stenaldersboplads blev fundet.

Estonia

- PREIMANIS, A., (1947) 1948: A draft of Pleistocene stratigraphy in Latvia and S-Estonia. — Geol. Fören. Förhandl., 69: 465—470. Stockholm.

Finland

- ALMI, M., 1948: Die Ancylostrostransgression in dem Moore Hangassuo im Süd-Finnland. — C. R. Soc. géol. Finl., 21: 1—20. Helsinki. (4 diagrams; *A, B, Co, Hippophaë, P, Pc, S, T, U; Caryoph., Chenopodiaceae, Compos., Cyperac., Ericac., Gramin., Myriophyll., Thalictr., Umbellif., varia; Equis., Lycopod., Polypodiaceae, Sphagnum.*)
- , 1948: Zwei subfossile Tierknochenfunde aus Pohjanmaa. — Ibid., 21: 25—32. (2 diagrams; *A, B, C, Co, P, Pc, Q, T, U.*)

France

- BECKER, JEANNE, 1948: Analyse pollinique de tourbières de l'Artense. — CRAS, 227: 219—221. Paris.
- DUBOIS, G., 1947: L'évolution de la silve postglaciaire en Europe occidentale. — Géol. Terr. Réc. ouest de l'Europe. Sess. extraord. Soc. Belg. Géol., sept. 1946, p. 265—278. Bruxelles.
- , 1947: L'analyse pollinique et l'histoire des forêts françaises depuis dix mille ans. — Bull. trimestr. Soc. Forest. Franche-Comté, 26: 100—115. Salins-les-Bains.
- , 1948: Pollen analysis of Post Glacial peats and deposits in France for the period 1939—1946. — Vegetatio, 1: 43—50. Haag.
- et DUBOIS, CAMILLE, (1946) 1947: Quelques tourbières de la Montagne de la Madeleine. — Bull. Soc. Géol. France, 5. sér., 16: 643—658. (1 diagram; *Ab, Castanea, F, Fraxinus, P. montana, etc.*)
- , 1947: Zonation paléosilvatique comparée du Nord-Ouest de la France et du Sud-Est de l'Angleterre. — Ann. Soc. Géol. Nord. 66: 313—320. Lille.
- et STIEBER, A., 1947: Spectres polliniques d'une alluvion de la Liepvrette près Sainte-Marie-aux-Mines. — C. R. Soc. Géol. France, p. 292—293.
- IRBAS, F., 1948: Über das Verhalten von *Artemisia* in einigen Pollendiagrammen. — Biol. Zentralbl., 67: 17—22. Leipzig.
- , GRÜNIG, G., WEISCHEDEL, I. und WORZEL, G., 1948: Beiträge zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte der Vogesen. — Bibl. Bot.,

- 121: 1—76. Stuttgart. [12 diagrams; *A*, *Ab*, *B*, *C*, *Castanea*, *Co*, *F*, *Fraxinus*, *Hippophaë*, *Ilex*, *P*, *Pc*, *Q*, *T*, *U*; *Artemisia*, *Calluna*, *Centaurea* cf. *Chenopodiaceae*, *Cyperac.*, *Empetr. nigrum*, *Gramin.*, *Myriophyll. alternifl.*, *Nuphar*, *Nymphaea alba*, *Plantago*, *Polygonum* cf. *bistorta*, *Ranunc.* (cf. *Batrachium*), *Typha lat.*; *Athyra* f.-fem., *A.* cf. *alpestre*, *Cystopteris frag.*, *Dryopt. austr. dilatata*, *D.* f.-mas, *D. thelypt.*, *Isoetes echinosp.*; pollen analyses by Grünig and Weischedel.)
- PETERSCHMITT, R., 1948: Une analyse pollinique de tourbe du Marais de Lavours, à Béon (Ain). — CRAS, 227: 562—564. Paris.

Germany

- FIRBAS, F., 1948: Über das Verhalten von *Artemisia* in einigen Pollendiatogrammen. — Biol. Zentralbl., 67: 17—22. Leipzig. (3 diagrams.)
- KRÄUSEL, R., 1937: Pflanzenreste aus den diluvialen Ablagerungen im Ruhr-Emscher-Lippe-Gebiete. — Decheniana, 95 A: 207—240; 3 pl. (*A*, *Ab*, *B*, *C*, *Co*, *Larix*, *P*, *Pc*, *Pterocarya?*, *Q*, *S*, *T*, *Tsuga*, *U*; *Erica*).
- NILSSON, T., (1947) 1948: A pollen-analytical investigation of Holmegaard Mose with considerations as to the age of the dwelling-places of the Maglemosean period in Denmark and surrounding areas. — Medd. Dansk. Geol. Foren., 11; 201—217.
- , 1948: Versuch einer Anknüpfung der postglazialen Entwicklung des nordwestdeutschen und niederländischen Flachlandes an die pollenfloristische Zonengliederung Südschweden. — Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F., 59 (7): 1—80. Lund. (1 original diagram: *A*, *B*, *C*, *Co*, *F*, *Fraxinus*, *P*, *Pc*, *Q*, *S*, *T*, *U*; *Artemisia*, *Centaurea*, *Chenopodiaceae*, *Fagopyrum*, *Gramin.*, *Hedera*, *Myriophyll. alternifl.*, *Plantago lance.* et *major*, *Rumex*, *Viscum*; 7 synchronized coordination diagrams, 14 non-original, re-dated diagrams, 10 pollen maps; analyses by T. Nilsson and Maja Persson.)
- STEIDINGER, K., 1938: Das Moor am Hang der Grossen Heide im Waldenburger Berglande. — Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst., 58: 547—565. 4 text-figs. and 1 pl. with 2 ill. Berlin.

Great Britain and Ireland

- BAKER, H. G., 1948: Significance of pollen dimorphism in Late-Glacial *Armeria*. — Nature, 161: 770—771.
- CLAPHAM, A. R. and GODWIN, H., 1948: Studies of the Post-Glacial history of British vegetation. VIII. Swamping surfaces in peats of the Somerset Levels. IX. Prehistoric trackways in the Somerset Levels. — Phil. Trans. R. S., B, 233: 233—273. (9 diagrams; *A*, *B*, *C*, *Co*, *F*, *Myrica*, *P*, *Q*, *T*, *U*; aquatic plants, *Caryophyllac.-Chenopodiaceae*, *Cyperac.*, *Ericales*, *Gramin.*, *Hedera*, *Hydrocotyle*, *Plantago*; *Bryal.*, *Filical.*, *Sphagnum*; some of the analyses made by M. Dainty).
- CONWAY, VERONA, 1948: Von Post's work on climatic rhythms. — New Phyt., 47: 220—237.
- FIRBAS, F., 1947: Neuere Arbeiten zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetations- und Klimageschichte der Britischen Inseln. — Die Naturwissenschaften, 34: 252—256.
- GODWIN, H., 1948: Studies of Post-Glacial history of British vegetation. X. Correlation between climate, forest composition, prehistoric agriculture

- and peat stratigraphy in the Sub-Boreal and Sub-Atlantic peats of the Somerset Levels. — Phil. Trans. R. S., B, 233: 275—286. (1 diagram; *A*, *Ab*, *Acer*, *B*, *C*, *F*, *Fraxinus*, *Ilex*, *Myrica*, *P*, *Q*, *S*, *T*, *U*; *Artemisia*, cereals; *Lycopodium*, *Sphagnum*; analyses by M. Dainty and H. A. P. Whitmore.)
- MITCHELL, G. F., 1948: Two Inter-Glacial deposits in South-East Ireland. — Proc. R. Irish Acad., 52 (B: 1): 1—14. [*A*, *Ab*, *B*, *Co* (up to 2120 per cent), *U*; *Cyperac.*, *Ericac.*, *Gramin.*; *Polypod.*, *Sphagnum*.]
- , 1948: Late-Glacial deposits in Berwickshire. — New Phyt., 47: 262—264. (*Armeria* cf. *vulgaris*, *Artemisia*, *B*, *Caryophyll.*, *Ceratophyllum*, *Cyperac.*, *Empetr.*, *Gramin.*, *Helianthemum*, *P*, *Rumex*, *S*, *Umbellif.*; *Selaginella*.)
- NILSSON, T., 1948: Versuch einer Anknüpfung der postglazialen Entwicklung des nordwestdeutschen und niederländischen Flachlandes an die pollenfloristische Zonengliederung Südkandinaviens. — Fysiogr. Sällsk. Handl., N. F., 59 (7): 1—80. Lund. [P. 67: analyses by Erdtman (moorlog samples from Dogger Bank): *A*, *B*, *Co*, *P*, *Q*, *T*, *U*; *Chenop.*, *Compos.-Ligulifl.*, *Ericac.*, *Gramin.*, *Typha lat.*; ferns, *Sphagnum*, *Tilletia*.]
- PENNINGTON, WINIFRED (Mrs. T. G. Tutin), 1947: Studies of the Post-Glacial history of British vegetation. VII. Lake sediments: Pollen diagrams from the bottom deposits of the North Basin of Windermere. — Phil. Trans. R. S., B, n. 596, vol. 233: 137—175. (8 diagrams; *A*, *B*, *Co*, *P*, *Q*, *S*, *T*, *U*; *Gramin.*, *Myriophyll. alternifl.*)
- TALLANTIRE, P. and WALTERS, S. M., 1947: The Late-Glacial period. — Nature, 159: 556—559.

Italy

- ERDTMAN, G., 1948: Appendix to Larsson, C., Examination of pollen grains in three cores from the Tyrrhenian Sea. — K. Vet. Vitterh. Samh. Handl., F. 6, Ser. B, vol. 5, N:o 13, p. 79. Göteborg. (Cf. *Ab*, cf. *Cedrus*, *Juniperus*, *P*, *Pc*; *Anthemideae*, *Artemisia*, *Centrospermae*, *Compositae-Ligulifl.*, cf. *Cruciferae*, *Gramin.*, *Plantago*, *Scabiosa*; ferns.)
- LARSSON, C., 1948: Examination of pollen grains in three cores from the Tyrrhenian Sea. — Ibid., 13 (8): 73—79. *A*, *B*, *P*, *Pc*, *Q*, *S*, *U*; *Chenopodiac.*, *Compos.*, *Cyperac.*, *Ericac.*, *Rosac.*, *Rhus*.)
- LONA, F., 1941: Analisi polliniche di due torbiere del Trentino. — Studi Trent. Sci. Nat. (Rivista Soc. Studi Venez. Trident.), 22: 149—172. Trento. (2 diagrams; *A*, *Ab*, *B*, *C*, *Co*, *F*, *P*, *Pc*, *QM*, *S*; *Athy. f.-fem.*, *Cystopt.*, *Polypod.*)

Latvia

- DREIMANIS, A., (1947) 1948: A draft of Pleistocene stratigraphy in Latvia and S-Estonia. — Geol. Fören. Förhandl., 69: 465—470. Stockholm.

Netherlands

- FLORSCHÜTZ, F. und JONKER, F. P., 1942: Über die Flora des Mindel-Riss Interglazials in den Niederlanden. — Rec. Trav. Bot. Neerl., 39: 176—188.
- NILSSON, T., 1948: Versuch einer Anknüpfung der postglazialen Entwicklung des nordwestdeutschen und niederländischen Flachlandes an die pollenfloristische Zonengliederung Südkandinaviens. — Fysiogr. Sällsk. Handl., N. F., 59 (7): 1—80. Lund.

- VAN ZINDEREN BAKKER, E. M., 1948: Palynologisch en stratigrafisch onderzoek van Veluwe venen. — Tijdschr. Ned. Aandr. Gen., 55: 174—192. [10 diagrams; *A, B, C, Co, F, P, Pc, QM, S; Cyperac., Ericac., Gramin.*; summary p. 186—191: Palynological and stratigraphic research of bogs on the 'Veluwe' (Netherlands).]

Norway

- HØEG, O. A., 1947: Pollen. — Medd. Norsk Farmac. Selsk., 10. Oslo. (7 pp.)

Oceania

- SELLING, O., 1948: Studies in Hawaiian pollen statistics. III. On the Late Quaternary history of the Hawaiian vegetation. — Bernice P. Bishop Mus., Spec. Publ. 39: 1—154; 1 + 27 plates. Göteborg. (14 diagrams; *Acacia, Alectryon, Antidesma, Chenopodium, Cheirodendron, Claoxylon, Coprosma, Dodonaea, Ilex, Metrosideros, Myoporum, Myrsine, Osmanthus, Pelea, Pritchardia, Sophora; Cibotium.*)

Poland

- KOZIŁ, G., 1934: Stratygrafia i typy florystyczne torfowisk Karpat Pokuckich. — Pánstw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejskiego w Pulawach, vol. 13.
- REGEL, C., 1947: The bogs and swamps of White Russia. — Jour. Ecol., 35: 96—104.
- ŚRODOŃ, A., 1947: The upper limit of forest in the Czarnohora Mountains and the Czywczyn Mountains (Eastern Carpathians). — Bull. Acad. Polon. Sci. Lettr., Cl. Sci. Math. Nat., Sér. B, 1, 1946: 167—180. Cracovie.
- , 1948: Przyczynek do historii rozwoju lasu w Karpatach Wschodnich. — Starunia, Polska Akad. Umiej., n. 25. Kraków. (25 pp.; 2 diagrams; *A, Ab, B, C, Co, F, P, Pc, Q, S, T, U; Athyrium*; summary p. 12—17: Contribution to the forest history in the Eastern Carpathians.)

Rumania

- POP, E., 1942: Contribuțiuni la istoria pădurilor din Nordul Transilvaniei. — Bul. Grad. Bot. Univ. Cluj, vol. 22.

Russia and Siberia

- GAMS, H., 1948: Fortschritte der Palynologie in USSR. P. 471 in G. Erdtman: Palynology. Aspects and prospects. — Svensk Bot. Tidskr., 42: 467—483. Uppsala.
- KATZ, N. J. und S. W., 1948: Stratigrafia torfjanikow Priobskowo Severa (Stratigraphie der Moore im arktischen Ob-Gebiet). — Arb. (Trudy) Quartär-Komm. Wiss. Akad. USSR, 7: 15—54. Leningrad-Moskva. [5 diagrams; *A, Ab, B, Larix, P (cembra, silvestris), Pc, T* (at least 650—850 km north of the nearest present day occurrence of *Tilia*); Russian.]
- TSCHERNOW, G. A., 1948: Archeologičeskie nachodki w zentralnoi časti Bolschesemelskoi Tundry (Archäologische Funde im Mittelteil der Bolschesemlja-Tundra). — Ibid., 7: 55—122, 18 text-figs., 17 plates. Russian.

South America

UER, V., 1948: Las capas volcánicas como nuevo método de cronología postglacial en Fuegopatagonia. — *Gaea*, 8: 311—336; 4 diagrams. Buenos Aires.

Spain

ERTORTILLO, N. M., 1948: Contribución al estudio de las turbas españolas. — *Anal. Inst. Esp. Edaf.*, 7: 3—81. Madrid.

Sweden

RDTMAN, G., 1948: Ölands alvar och Sydlapplands granurskogar. Svenska naturtyper i palynologiskt perspektiv. — *Sveriges Natur*, p. 22—29.
 -, 1948: Algunos aspectos de la palinología. — *Anal. Inst. Esp. Edaf.*, 7: 2. Madrid. (7 pp., 7 figs.)
 - (Ed.), 1948: Palynology. Aspects and prospects. — *Svensk Bot. Tidskr.*, 42: 467—483. Uppsala.

FLORIN, S., 1948: Kustförskjutningen och bebyggelseutvecklingen i östra Mellansverige under senkvartär tid. II. De baltiska strandbildningarna och stenåldersboplatsen vid Dammstugan nära Katrineholm. — *Geol. Fören. Förhandl.*, 70: 17—196. Stockholm. (10 diagrams; *A, B, C, Co, F, Hippophaë, P, Pc, Q, S, T, U; Chenopodiaceae, Compositae, Cyperaceae, Empetraceae, Epilob. angustif., Gramineae, Myriophyll. alternifl. et verticill., Plantago lanceol., Rubus sp.?, Umbellif.; Lycopodiaceae, Polypodiaceae, Sphagnum*; analyses by the Baltic course 1933, M.-B. Florin, C. Larsson, G. Linnman, and S. Thorarinsson; German summary p. 189—192; list of illustrations (English text) p. 182—188.]

-, 1948: Kustförskjutningen och bebyggelseutvecklingen i östra Mellansverige under senkvartär tid. I—II. — *Akad. avh. Stockholm*.

ÖRNER, N. G., 1948: A Late-Glacial specimen of *Lucioyperca lucioperca* and their environments. A study of some Uppsala clay varves. — *Bull. Geol. Inst. Upsala*, 32: 195—276. (*B, P; Ericaceae, Gramineae; Lycopod.*)

ANDQUIST, B., 1948: The main varieties of *Picea Abies* (L.) KARST. in Europe, with a contribution to the theory of a forest vegetation in Scandinavia during the last Pleistocene glaciation. — *Acta Horti Bergiani*, 14: 249—342.

ILSSON, T., (1947) 1948: A pollen-analytical investigation of Holmegaards Mose with considerations as to the age of the dwellingplaces of the Maglemosean period in Denmark and surrounding areas. — *Medd. Dansk Geol. Fören.*, 11: 201—217.

-, 1948: On the application of the Scanian Post-Glacial zone system to Danish pollen-diagrams. — *Danske Vidensk. Selsk., Biol. Skr.*, V (5): 1—54. København.

-, 1948: Versuch einer Anknüpfung der postglazialen Entwicklung des nordwestdeutschen und niederländischen Flachlandes an die pollenfloristische Zonengliederung Südschwedens. — *Fysiogr. Sällsk. Handl.*, N. F., 59 (7): 1—80. Lund.

NDIUS, N. och SANDEGREN, R., 1948: Interglacialfyndet vid Långsele. Med bidrag av T. Lagerberg, C. Lindroth och H. Persson. Bihang: B. Halden: Nya data rörande det interglaciala Bollnäsfyndet. — *Sver. Geol.*

- Unders., Ser. C, No 495, Stockholm. [46 pp.; *A*, *A. glutinosa*, *B. alba*, *B. nana*, *Co*, *P*, *Pc*, *Q?*, *S*; *Artemisia*, *Caltha*, *Caryophyllac.*, *Chenopodiace.*, *Compos.* (*Artemisia-Filago*-type), *Ericac.*, *Gramin.*, *Labiata.*, *Myriophyll.*, *alternifl.*, *M. verticill.*, *Polygonum*, *Potentilla pal.*, *Thalictrum*, *Typhal.*, *Umbellif.*, *Valeriana*; *Lycopod.* annot., *L. clavat.*, *Polypodiace.*, *Selaginella*, *Sphagnum*; analyses by Erdtman, Fromm, and Rangela Sandegren.)
- SUNESON, S. och SANDEGREN, R., 1948: Ett fynd av fossil mistel, *Viscum album* L., i Värmland. — Svensk Bot. Tidskr., 42: 258—272. Uppsala. (*A*, *B*, *Co*, *P*, *Q*, *T*, *U*; analyses by Sandegren.)
- THORE, S., 1945: Fynd av i landskapet utdöda djurarter. — Ångermanland. Årsb. utg. av Ångermanl. Hembygdsförb., 3: 97—100. Örnsköldsvik. (*A*, *B*, *P*.)

Switzerland

- RÜBEL, E. und LÜDI, W., 1948: Bericht über das geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1947. Zürich.
- WELTEN, M., 1947: Pollenanalytisch-stratigraphische Untersuchungen und chronologische Bestimmungen am Burgäschisee. — Jahrb. f. Solothurn. Gesch., 20: 116—132. (10 diagrams; *A*, *Ab*, *B*, *B. nana*, *Co*, *F*, *Fraxinus*, *Hippophaë*, *P*, *Pc*, *Q*, *S* s. l., *T*, *U*; *Helianthemum alp.*; ferns, *Selaginella*.)

United States

- DEEVEY, E. S., 1948: On the date of the last rise of sea level in southern New England, with remarks on the Grassy Island site. — Amer. Jour. Sci., 246: 329—352. (4 diagrams; *Ab*, *Acer*, *B*, *C*, *Carya*, *Castanea*, *F*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *P*, *Pc*, *Q*, *Tsuga*, *U*.)
- EISELY, LOREN C., 1939: Pollen analysis and its bearing upon American prehistory. — Amer. Antiq., 5: 115—139.
- HANSEN, H. P., 1946: Pollen analysis and Postglacial climate and chronology. — Sci. Monthly, 42: 52—62.
- JOHNSON, F. and RAUP, H., 1947: Grassy Island. Archaeological and botanical investigations of an Indian site in the Taunton River, Massachusetts. — Pap. Peabody Found. Arch., 1 (2): VIII + 68 pp.
- POTZGER, J. E., 1946: A pollen study in Tension Zone in the Saginaw, Muskegon Area of Lower Michigan. — Bot. Abstr., Proc. Ind. Acad. Sci., 56.
- , 1948: A pollen study in the Tension Zone of Lower Michigan. — Butler Univ. Bot. Stud., 8: 161—177. Indianapolis. (13 diagrams; *Ab*, *Acer*, *B*, *Carya*, *F*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Larix*, *P* (*banksiana*, *strobis*), *Pc* (*glauca*, *mariana*), *Q*, *S*, *T*, *Tsuga*, *U*.)
- and FRIESNER, R., 1948: Forest of the past along the coast of Southern Maine. — Ibid., 8: 178—203. [6 diagrams; *A*, *Ab*, *Acer*, *B*, *Carya*, *Co*, *F*, *Fraxinus*, *Ilex*, *Juglans*, *Larix*, *P* (*banksiana*, *strobis*), *Pc* (*glauca*, *mariana*), *Q*, *S*, *T*, *Tsuga*, *U*; *Chenopodiace.*, *Compos.*, *Gramin.*, *Nymphaeace.*, *Dryopteris*, *Lycopodiace.*, *Osmunda*; *Sphagnum*.]
- and THARP, B. C., 1947: Pollen profiles from a Texas bog. — Ecology, 28: 274—280.
- SEARS, PAUL B., 1948: Forest sequence and climatic change in North-eastern America since early Wisconsin time. — Ecology, 29: 326—333. Lancaster, Pa.

Västervikskvartsitens granitisering

Av

TORSTEN DU RIETZ

(Summary in English)

Inledning

Västervikskvartsitens utbredning och utseende är främst känd genom de geologiska kartbladsbeskrivningarna (7, 5, 6, 4, 3). Dessa utarbetades i början av nittonhundratalet, och beskrivningarna av förhållandet mellan å ena sidan sandsten-kvartsit och å den andra gnejsranit äro ganska vaga.

Den senaste, mera ingående beskrivningen av Västervikskvartsiten är lämnats av N. H. MAGNUSSON i »järnmalmsbokens» kapitel om Norra Kalmar län (2, s. 599—606). H. G. BACKLUND (1) har också behandlat Västervikskvartsiten och granitiseringen i sin avhandling: »Der Magmaaufstieg» in Faltengebirgen.

Författaren, som haft tillfälle att studera vissa delar av Västervikskvartsitområdet under åren 1945 och 1946, har genom detaljstudier i allt kommit till en deciderad uppfattning om Västervikskvartsitens omvandling och graniternas uppkomst, som till vissa delar avviker från de båda senast nämnda beskrivningarna av bergarter och utvecklingsförlopp. Han vill därför härmed framlägga sin uppfattning om detta förlopp samt exemplifiera det med hållfotografier av bergartsstrukturerna. Någon ingående och detaljerad mikroskopisk eller kemisk undersökning av berggrunden har ej utförts, utan uppfattningen grundar sig främst på hållstudier av den relativt väl blottade berggrunden.

Allmän beskrivning

Inom Västervikskvartsitens centrala område, d. v. s. inom de geologiska kartbladen Västervik, Ankarsrum och Gamleby, där kvartsiterna utgöra ungefär hälften av den blottade berggrunden, äro de främst sandstensartade inslagen dominerande. Kvantitativt torde kvartsiten ha bestått till ungefär lika delar av kvartsitsandstenar och släpatsandstenar, med underordnade inslag av leriga sandstenar eller mjukniga sediment och relativt obetydligt skifferar (lerskifferar).

De täta grönstenarna, som träffas nästan överallt tillsammans med Västervikskvartsiten, måste till största delen ha varit lagergångar i sandstensserien och mera underordnat lavar. De spela kvantitativt en ganska stor roll och utgöra på sina ställen ända upp till en tredjedel av berggrunden. De äro i regel starkt påverkade av traktens migmatitisering (granitisering), men förefalla primärt mest ha varit av andesitisk eller basaltisk sammansättning.

Som ett exempel på bergartsfördelningen inom ett område kan anföras ett tvärsnitt genom V. Skälö, som kvantitativt ger följande bergartsfördelning: Ljus och mörk kvartsit 70 %, fältspatkvartsit 7 %, hornfelsartad kvartsit 4 %, lerskifferartad kvartsit 4 % samt grönstensbankar 15 %. Här är fältspatkvartsiten starkt underrepresenterad.

Tillsammans med de rena kvartsiterna förekomma stora mängder fint aplitkorniga kvartsiter. Man ser flerstädes övergångar från sådana till fältspatsandstenar, som ofta äro tydligt skiktade (och ibland tydligt diagonalskiktade). En detaljundersökning av rödlätta, finkorniga apliter på ett flertal ställen har övertygat författaren om att man här har att göra med en »aplitisering» av sandstenarna, d. v. s. en genom omkristallisation åstadkommen förgrovning av kornstorleken, mer eller mindre in situ. Det är en begynnande omvandling av de starkt fältspatförande sandstenarna, som därmed inträtt. Till sin sammansättning ha dessa aplitiska fältspatsandstenar växlat från kalifältspatdominanta sandstenar, med mest mikroklin eller mikroklinperthit, över alkaliintermediära till natrondominanta fältspatrika sandstenar. Ibland har det aplitiserade materialet ej rört sig alls (och grönstengångarna verka fortfarande genomsättande). Ofta har dock bergarten i sidled blivit »mobil» och fått tendens att genomådra sin omgivning. Det finns flerstädes även övergångar mot granitaplitiska bergarter, som förhållit sig tydligt intrusivt mot omgivningen.

Detta inslag av aplitlika bergarter är mycket stort inom Västerviksområdet. På de geologiska kartorna ha dessa bergarter omväxlande blivit benämnda kvartsit, granitgenomådrad kvartsit, hälleflintgnejs eller hälleflinta och även granit, där de se granitaplitiska ut.

Tager man hänsyn till detta förhållande, måste man antaga, att de fältspatförande sandstenarna kvantitativt från början utgjort huvudbeståndsdelen av Västervikskvartsiten. De renare kvartssandstenarna ha varit betydligt motståndskraftigare mot omkristallisation, varför de som relikter utgöra en större del av sedimenten, än vad de ursprungligen utgjort. Ofta ha kvartssandstenarna intimt växellagrat med de fältspatrika sandstenarna, och i dessa fall ha även de förra lättare omkristalliserats och mer eller mindre »försvunnit» i de granitiserade bergarterna. Där bredare stråk av renare kvartssandstenar stryka fram (som t. ex.

vid Gladhammar—Fårhult), ha däremot dessa bergarter ofta väl motstått omkristallisationsprocesserna och blott kvartsitomvandlats, ibland till rent glasiga kvartsiter.

De leriga eller skifferförande kvartsiterna ha också bättre motstått granitiseringen än de fältspatförande. Det leriga ursprungsmaterialet har givit upphov till nybildning av biotit, sericit, kordierit, andalusit och sillimanit i mycket finfördelad form. De täta, mörka kvartsiterna falla under denna kategori.

Därigenom att grönstensbankarna i regel varit tunna, ha de vid sandstenarnas omvandling till större delen breccierats och sönderdelats och framstå vanligen som brottstycken i en hybridartad migmatit. Genom det aplitiska materialets reaktionspåverkan har grönstenen mer eller mindre förglimrats, d. v. s. amfibol överförs i biotit, och bergarten även blivit surare. Slutligen har kalifältspat börjat utbildas. Vid långt gånge granitisering av grönstensbankarna kvarstår ursprungsbergarten blott som glimmerrika brottstycken, fläckar eller sliror inom en granitisk bergart. Där tunna bankar eller bäddar av grönsten eller skiffer förekommit i sandstensartad miljö, ha, som förut nämnts, sandstensbankarna, om bergarten varit fältspatrik, lätt omkristalliserat till aplitisk bergart. De tunna bäddarna av främmande material ha boudinageartat avsnörts och blivit allt mer brottstyekeartade. Skifferbrottstyckena ha då ofta blivit mer »slamsiga» än vad grönskifferbrottstyckena blivit. De skifferrika komplexen ha ofta gett upphov till inhomogena ådergnejser. Där renare sandsten växellagrat med skiffer eller lerig sandsten har i regel utbildats en bandad bergart, där sandstensbanden överförs i ljusgrå eller röd, aplitlik bergart, vilken växellagrar med skikt av mörk, glimrig kvartsit, som övergår i ådergnejs med mörka, glimriga sliror.

Där de andesitiska-basaltiska bergarterna förekommit som mäktiga komplex, ha de föga påverkats av metamorfosen. Det är mest i kanterna, vid kontakterna, som de påverkats av omkristallisationsprocesserna genom hybridisering med omgivningens saliska material. En del medelstora förekomster kunna visa någon ökning av kornstorleken. De ha alltså omkristalliserats utan nämnvärt tillskott av främmande material. Strukturellt ha dessa bergarter i vissa fall fått en amfibolitisk till gabbroid habitus.

Inom granitområdena ser man ofta medelkorniga, relativt oroliga graniter med dels tydliga, fritt »simmande», dels sliriga eller stripiga, diffusa brottstycken. Tillsammans med dessa ser man ofta rödaktiga, pegmatitaplitiska bergarter, som visa sig genomsättande gent emot den inhomogena graniten. Den rödlätta, småkorniga graniten är alltså starkare homogeniserad och har varit mera fluid än den gråare, brott-

styckerikare graniten. Från dessa bergarter finnas, genom längre gången omvandling, alla övergångar till grövre, porfyriska graniter, som ha stor utbredning. Även den grova graniten är ofta brottstycke-förande eller mörkfläckig. Brottstyckena ha alla former och storlekar. Små sådana äro dock vanligast. De flesta brottstyckena äro amfibolit- artat mörka, alltifrån relativt oomvandlade, finkorniga grönstenar till biotitiserade, aplitiserade, hybridartade brottstycken, som i det senare fallet äro relativt diffusa. Något mindre vanliga äro mörka, kvartsitiska, relativt sällsynta däremot glasigt kvartsitiska brottstycken. Som små fragmentariska fläckar i graniten äro de senare dock ej fullt så ovanliga.

Betydligt vanligare än brottstycken äro mörka fläckar i graniten. Speciellt inom de som hornbländegranit karterade områdena kunna de vara vanliga. Dessa mörka fläckar, som ibland äro ett dominerande inslag i graniternas grundmassa, ekvivalera, till största delen, grönstens-amfibolitbrottstyckena i de mindre omvandlade migmatitbergarterna. De äro blott en starkare assimilerad och homogeniserad form av desamma. I regel har här amfibolen, genom reaktion med granitaplitiskt material, överförts i biotit. Hornblände förekommer blott, där grönsten ursprungligen varit starkt kvantitativt företrädd. Där biotitkvartsitiska fläckar förekomma i graniten, har mörk kvartsit eller kvartsitisk skiffer ursprungligen förekommit som brottstycken. De visa då ofta mikroskopiskt sillimanit och ev. andra Al-mineral. Undantagsvis kan sådan mörkfläckig granit även visa små brottstycken av ljus glasartad kvartsit.

Där de röda, homogena porfyrgraniterna uppträda, har antagligen fältspatsandsten ursprungligen utgjort det dominerande modernmaterialet.

Där rikliga kvartsitbrottstycken förekomma inom graniterna, äro dessa senare mer inhomogena, än där blott grönstensbrottstycken förekomma. Ett stort överskott av kvartsit eller skifferkvartsit har tydligen ej fullt så lätt kunnat homogeniseras som grönstensmaterialet.

Detaljbeskrivningar från vissa undersökningsområden

I västra delen av Grönö anstår kvartsit med bankar av röd, aplitlik sandsten och lagergångar av tät grönsten. Kvartsiten är ofta glaslik. Österut blir fältspatsandstenen mera aplitisk i grytet och kvartsiten ofta mörkare. Fig. 1 visar en sådan skiktad kvartsitgnejs. Fältspatsandstener har mera fältspat än kvarts, varav än mikroklin, än sur plagioklas dominerar. Dessutom innehåller den biotit, sericit och accessoriskt malmkorn, apatit, zirkon, rutil eller titanit. De mörka kvartsitbanden för kvarts, mikroklin och biotit samt ganska mycket kordierit, sillimanit och andalusit jämte accessoriska mineral.

Genom mobilisering av det aplitsandstensartade materialet blir den riktade kvartsiten slirigt migmatitisk, se t. ex. fig. 2. Här har materialet äckvis blivit aplitiskt, och detta kan dessutom genomådra den ännu riktade serien. Det aplitiska materialet kan även uppträda mera örtelartat, såsom visas av fig. 3. De mörka, skiffriga kvartsit- eller kvartsitkifferbankarna bli gärna genomsatta av aplitiska ådror, såsom åtgår av bilden, fig. 4. Dessa mörka skikt bilda ofta oregelbundna agement, vilka blivit mer eller mindre anfrätta och upplösta av den omgivande, aplitiskt omkristalliserade sandstenen. Bergarterna, som visas av fig. 5 och 6, äro bandade kvartsiter med ungefär lika mycket lusa, fältspatrika skikt och mörka, kvartsitiska skikt. De ljusa skikten ha mobiliserats, medan de mörka skikten äro mindre omkristalliserade, och ha blivit mer eller mindre avbrutna och genomådrade av det lila, rörliga materialet. En sådan bergart blir alltså ganska ådernejolik. Vid något starkare granitisering av fältspatsandstenen bli de mörka skikten allt mer brottstyckeartade. Lokalt kunna även grönsbankar uppträda, och dessa bli även brottstyckeartat uppdelade, men de äro föga mäktiga. Sammansättningen av den omgivande migmatiten blir då även påverkad med stigande halter av plagioklas och biotit ungefär motsvarande bergartsprovet N:o 4 från Gränsö i tabell 1). Längre mot öster blir bergarten starkare granitiserad, ofta oregelbundet och virrigt migmatitiskt. De bergarter, som visas i fig. 7 och 8, äro småfläckigt utbildade vid långt gången omkristallisation utan att ännu en homogenisering av bergarten har skett. Den förra är mera flust omkristalliserad, den senare mera ådrigt utbildad. Den småfläckiga bergart, som visas av fig. 9, företer en ännu intensivare omkristallisation, och materialet har börjat bli ännu mera rörligt. De primärt genom grövre bandning utmärkta kvartsiterna bli vid omvandlingen mera grovfläckiga. Fig. 10 och 11 (från Spårösundet) visa det tidigare stadiet av granitiseringen, då bergartens ursprungliga rikthet eller bandning ännu är märkbar och de fältspatrika skikten ännu ej helt mobiliserats. Detta är en ännu ej homogeniserad Krokönej. (De grovfläckiga gnejserna i denna trakt och andra liknande bergarter ha kallats Krokögnejs av F. SVENONIUS, som redigerat de geologiska kartbladen kring Västervik.) De grövre, mörka bankarna ha blivit boudinageartat avsnörda, medan tunna skikt äro mera genomådrade och migmatitiserade. Vid starkare mobilisering av det migmatitiska materialet bli de mörka brottstyckena allt mera fritt svävande, helt avklippa och dessom mer eller mindre vridna ur den ursprungliga strykningen, såsom framgår av fig. 12. Den migmatitiska mellanmassan har här blivit allt mer granitaplitisk till sitt uppträdande och i det här fotograferade

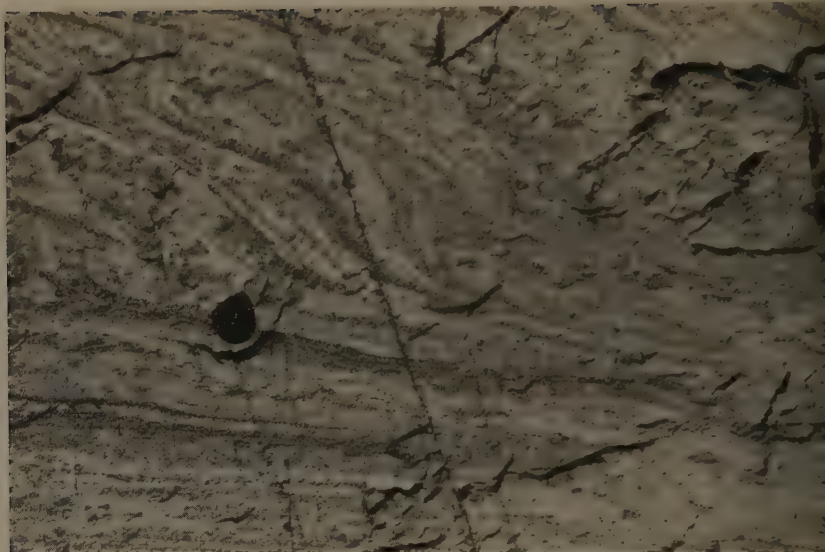


Fig. 1. Skiktad kvartsitgnejs. Grönö. 1/7 naturlig storlek.
Layered quartzitic gneiss. Grönö. 1/7 natural size.

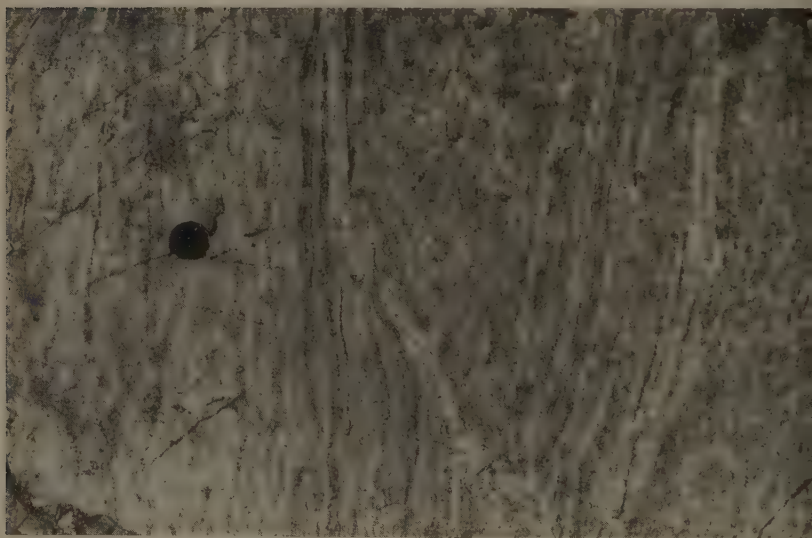


Fig. 2. Bandad sandsten med breccieartat påbörjad granitisering. Grönö.
1/8 naturlig storlek.
Banded sandstone with breccia-like granitization. Grönö. 1/8 natural size.

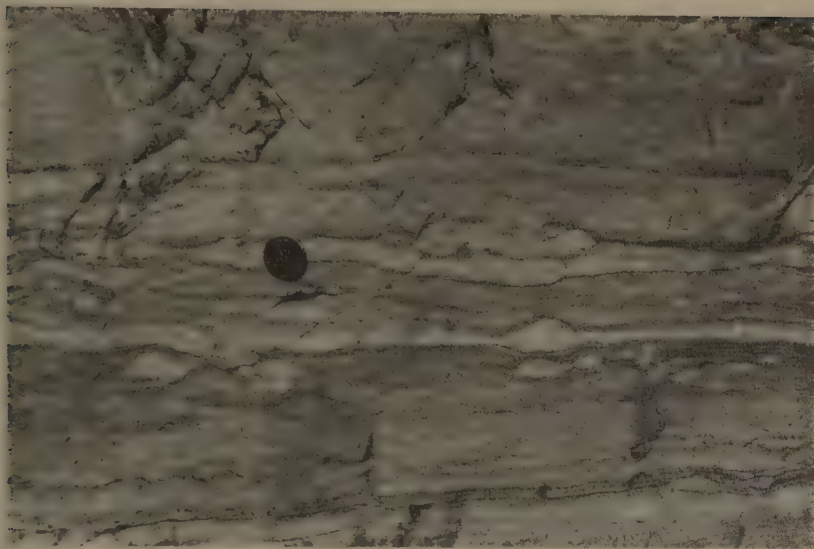


Fig. 3. Bandad sandsten (kvartsit) med aplitiska körtlar och ränder. Grönö.
1/7 naturlig storlek.

Banded sandstone (quartzite) with aplitic nodules and stripes. Grönö. 1/7 natural size.

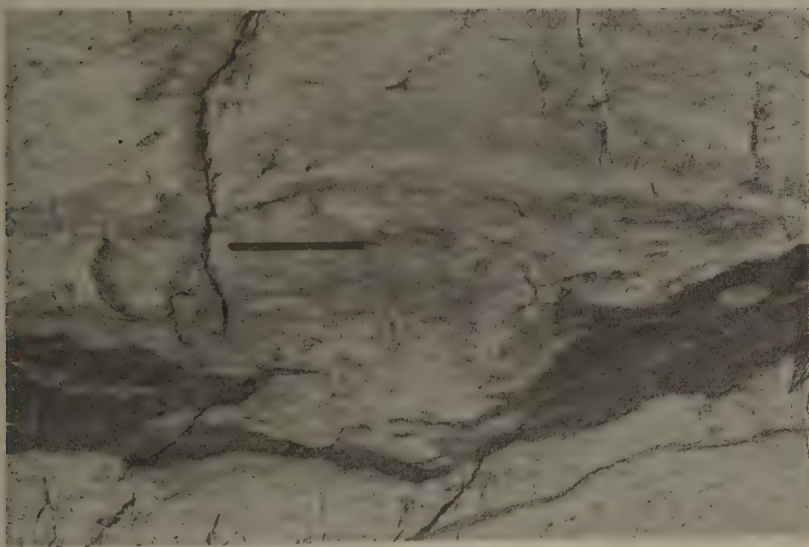


Fig. 4. Anfrätta kvartsitskikt i aplitiserad sandsten. Grönö. 1/7 naturlig storlek.

Partly dissolved quartzitic layers in aplitized sandstone. Grönö. 1/7 natural size.

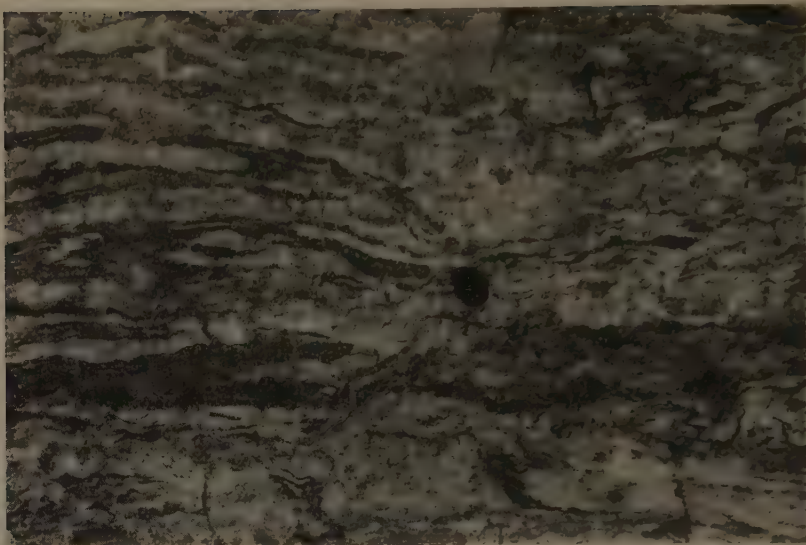


Fig. 5. Bandad kvartsit med ådrig migmatitisering. Grönö. $1/8$ naturlig storlek.
Banded quartzite with vein-like migmatitization. Grönö. $1/8$ natural size.

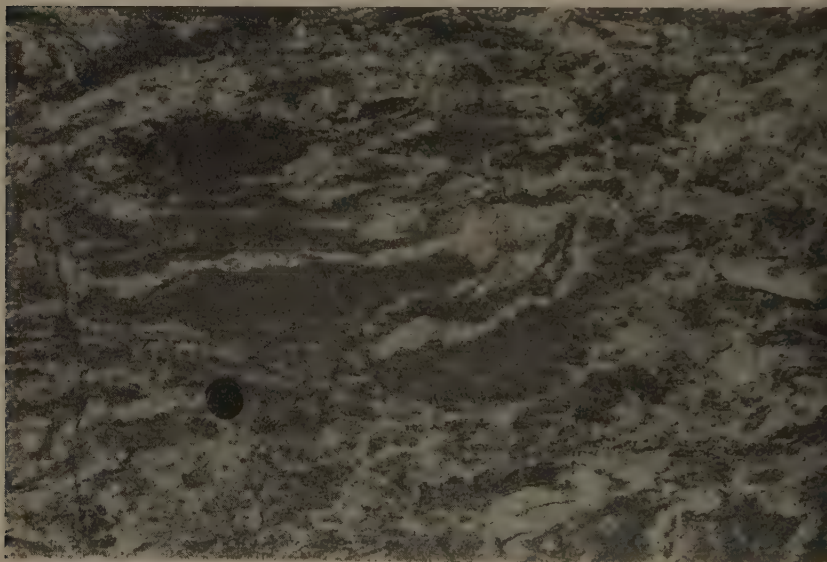


Fig. 6. Bandad kvartsit, där de mörka kvartsitskikten bli brottstyckeartade i de
 applitiserade sandiga skikten. Grönö. $1/8$ naturlig storlek.

*Banded quartzite in which the dark quartzitic layers are fragmentary in the aplitized
 arenaceous layers. Grönö. $1/8$ natural size.*

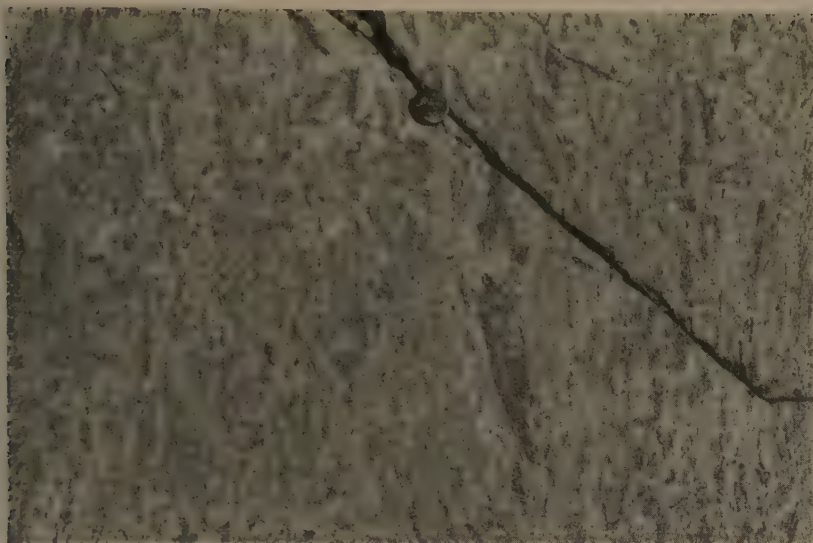


Fig. 7. Breccieartat granitiserad sandsten, där de mörka kvartsitskikten bilda fragment i den aplitiserade bergarten. Spårösundet, Grönö. $1/8$ naturlig storlek.
Breccia-like granitized sandstone in which the dark quartzitic layers form fragments in the aplitized rock. Spårösundet, Grönö. $1/8$ natural size.

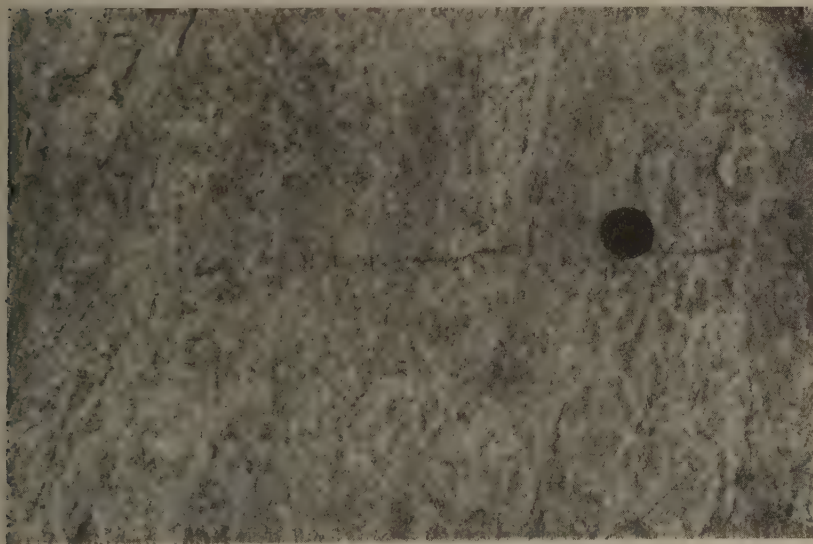


Fig. 8. Som fig. 7. $1/6$ naturlig storlek.
As fig. 7. $1/6$ natural size.

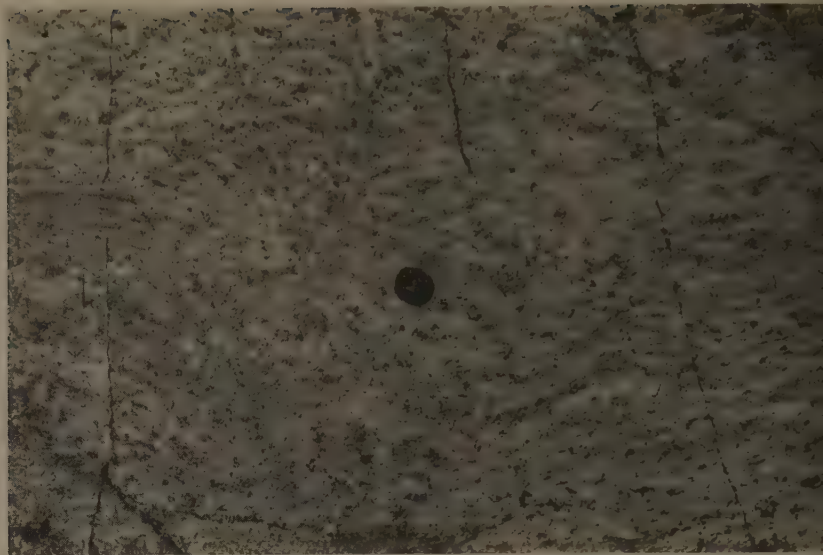


Fig. 9. Småfläckig migmatitgnejs. Grönö. 1/8 naturlig storlek.
Spotted migmatitic gneiss. Grönö. 1/8 natural size.

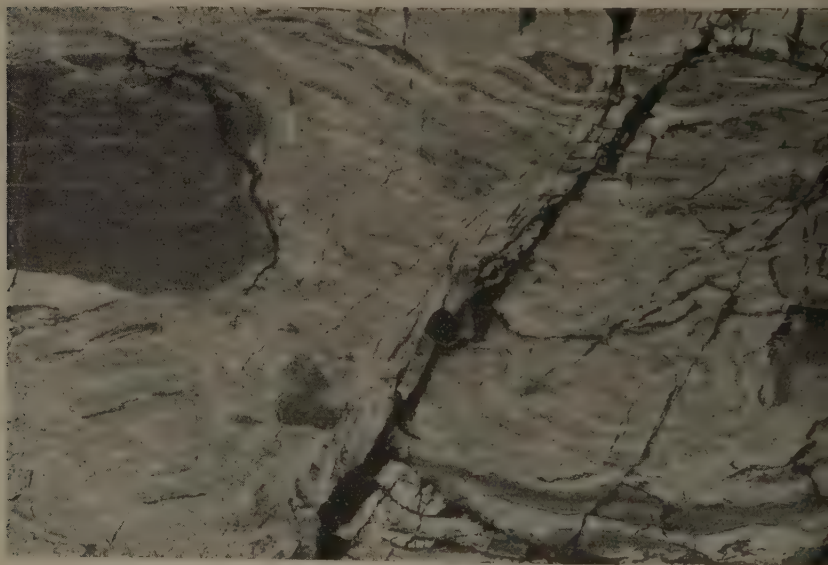


Fig. 10. Krokögnejs, brottstyckemigmatit, begynnelsestadium. Grönö.
 1/8 naturlig storlek.
Krokö gneiss. Fragmentary migmatite, initial stage. Grönö. 1/8 natural size.

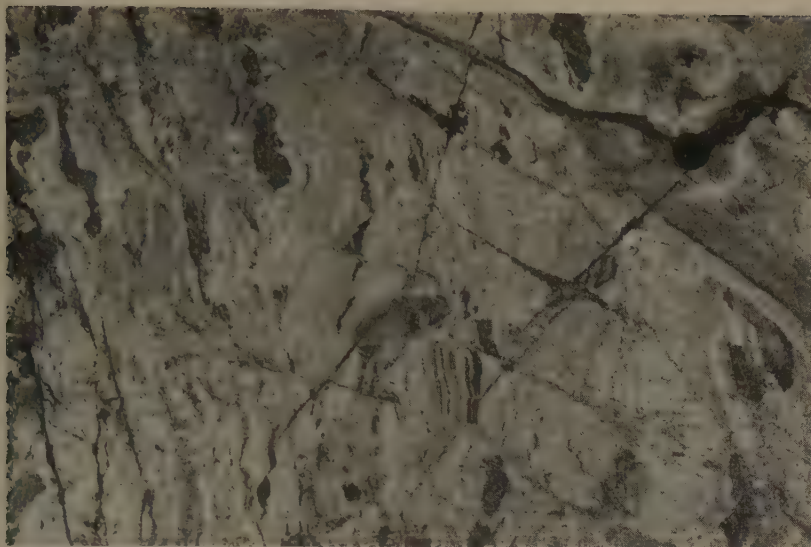


Fig. 11. Krokögnejs, uppkommen ur kvartsitskifferbandad sandsten (aplitiserad).
Grönö. 1/8 naturlig storlek.

*Krokö gneiss, formed of sandstone layered with phyllitic quartzite (aplitized).
Grönö. 1/8 natural size.*



Fig. 12. Krokögnejs. Granitiserad kvartsit- och skifferbandad sandsten med
brottstycken av relativt oomvandlade bergarter i mera aplitisk mellanmassa.
Spårösundet, Grönö. 1/8 naturlig storlek.

*Krokö gneiss. Granitized layered sandstone with fragments of slightly altered rocks
in more aplitic matrix. Spårösundet, Grönö. 1/8 natural size.*

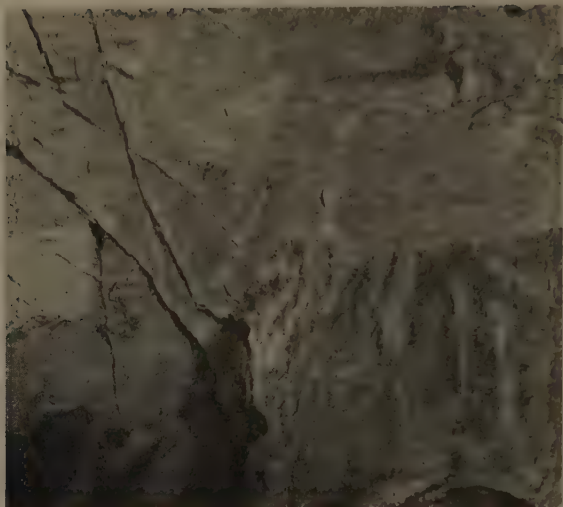


Fig. 13. Migmatitgranit, uppkommen ur aplitiserad sandsten, genomskär slirigt migmatitiserad sandsten. Spårösundet, Grönö. $1/8$ naturlig storlek.

Migmatitic granite formed of aplitized sandstone, dissecting inhomogeneously migmatitized sandstone. Spårösundet, Grönö. $1/8$ natural size.

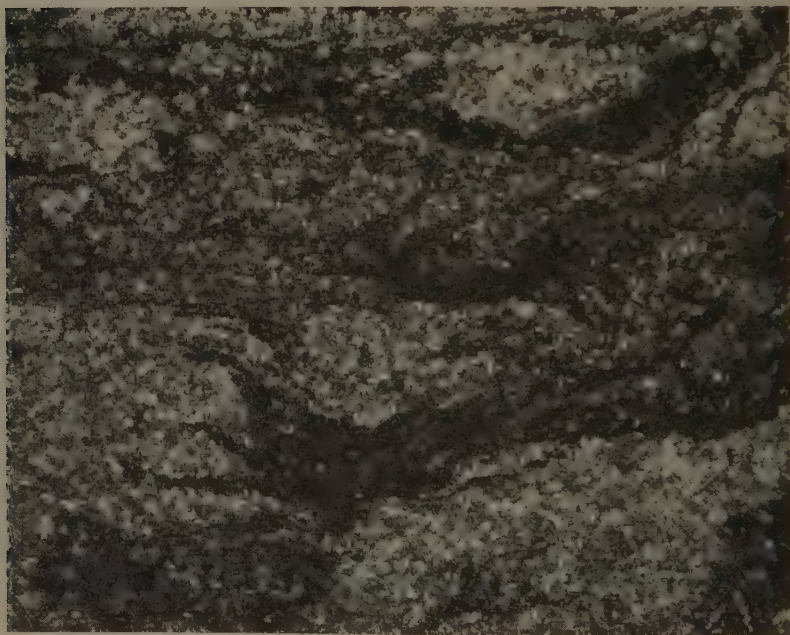


Fig. 14. Ådergnejs. N om Grönö. Naturlig storlek.
Veined gneiss. N of Grönö. Natural size.

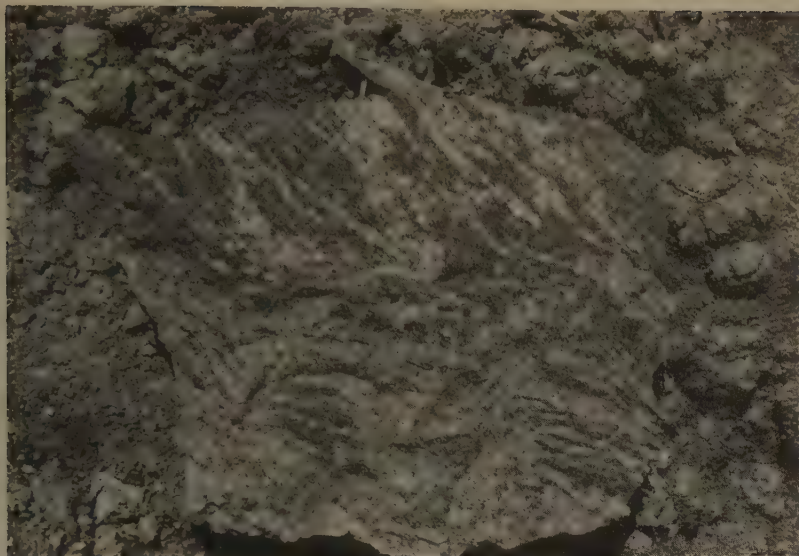


Fig. 15. Migmatit, uppkommen ur kvartsitskifferbandad sandsten. S om Lebo.
1/8 naturlig storlek.

*Migmatite formed of sandstone layered with phyllitic quartzite. S of Lebo.
1/8 natural size.*



Fig. 16. Migmatit. Migmatitiskt nätverk genom glimmergnejsigt omvandlad kvartsit. 1/8 naturlig storlek.

*Migmatite. Migmatitic network in quartzite, altered to micaceous gneiss.
1/8 natural size.*

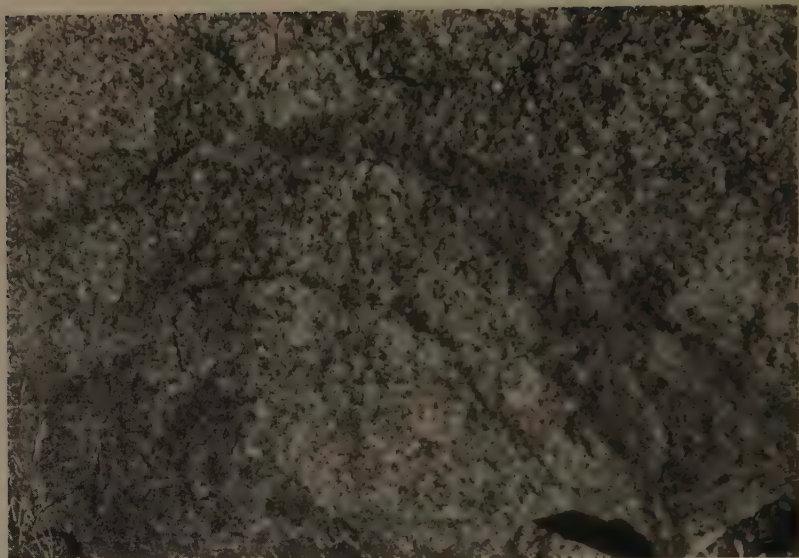


Fig. 17. Smålandsgranit med sliriga brottstycken av svagt biotitiserad kvartsit.
S om Lebo. 1/7 naturlig storlek.

*Småland granite with stripe-like fragments of slightly biotitized quartzite.
S of Lebo. 1/7 natural size.*

fallet, som visar ett framskridet stadium, relativt homogeniserad. Denna granitaplitiska migmatit, med en del simmande, relativt oomvandlade brottstycken, förhåller sig intrusiv gent emot den svagt homogeniserade, mindre granitiserade migmatiten, vilket t. ex. framgår av fig. 13.

Vid Spårösundet finnas även övergångar mot en ännu mera homogeniserad aplitpegmatitisk bergart, som i sin tur lokalt övergår i tydligt intrusiv, normal granit.

Norr om Grönö, på sydsidan av Borgö, är bergarten på vissa ställen starkt ådergnejsig. Den består av ådror av röd, finkornig fältspat, biotitskifferskikt och skikt av mörk kvartsit eller mörk, tät kvartsitglimmerskiffer. De röda fältspatmassorna kunna bli starkare mobiliserade, och de ha då ofta brottstycken av tät biotitkvartsit (med Al-mineral), se fig. 14, som visa övergång till biotiträndig, röd ådergnejs. Denna övergår i sidled i grå till gråröd, medelkornig migmatitgranit med biotitsliror.

Vid en annan lokal, S. om Lebo, finnas analoga bergarter samt även ådergnejsar, som genom senare granitisering blivit allt mer homogeniserade, fig. 15 och 16. Fotografiet, fig. 17, från bergartskomplexet strax bredvid, visar ännu starkare homogenisering. Här återstå blott diffusa sliror av biotitrik kvartsit i småkornigt granitiskt material, som i sin

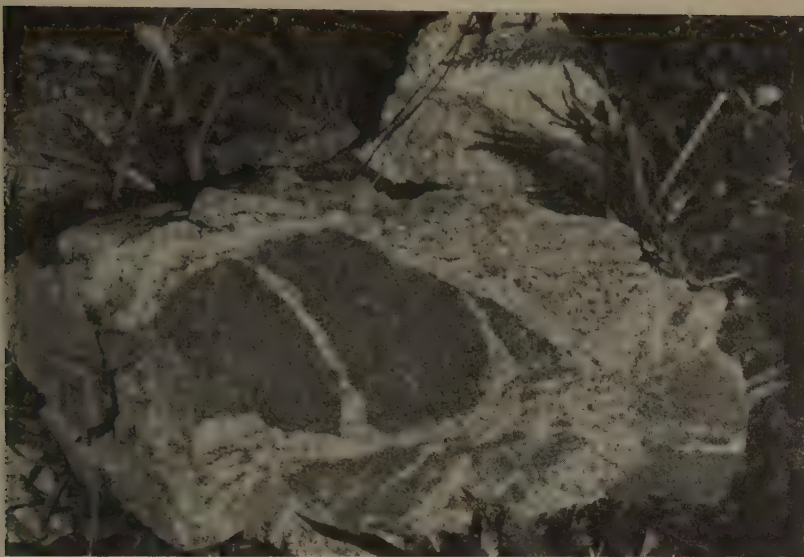


Fig. 18. Brottstycken av förglimrad amfibolit i migmatit. S om Lebo.
1/8 naturlig storlek.

Fragments of biotitized amphibolite in migmatite. S of Lebo. 1/8 natural size.

ur övergår i grövre Smålandsgranit. Brottstycken av grönsten, som räffas i migmatiten nära den föregående lokalen, framträda som tydliga brottstycken, fig. 18. Storleken och den extrema sammansättningen av dessa brottstycken ha här förhindrat full homogenisering. Grönstenen är starkt biotitiserad, och brottstyckena äro omflutna av rust, aplitkvartsitiskt material. Vid längre framskriden granitisering inträder homogenisering, och grönstensbrottstyckena framträda då ej tydligt utan äro mer eller mindre assimilerade.

Längre söder ut, vid Bolhult, finns granit med relativt omärkliga kvartsitiska brottstycken, som flammigt övergå i aplit. I apliten synas antaga brottstycken av finkornig grönsten. Den för också täta, ljusa kvartsitpartier, liksom även gråare sådana. Fig. 19 visar dels avsnörda grönstensbrottstycken, dels ett stort brottstycke av mörk, tät kvartsit. De mörka, täta kvartsitfläckarna i apliten framträda tydligt, medan de andra, mera grå brottstyckena med ytterst finkornig biotit bli diffusa. Då apliten övergår i finkornig granit, bli brottstyckena glimmerrikare partier i denna, men de rent kvartsitiska fragmenten framstå ännu brottstyckeartat. I en intilliggande häll är bergarten rik på grå brottstycken, som äro mer eller mindre aplitlikt omkristalliserade. Hällen ger därmed nästan intryck av en eruptivbreccia. Granitiseringen är delvis ämnad, och brottstyckena äro omgivna av en slirigt aplitisk bergart.



Fig. 19. Aplitiserad kvartsit med sliriga brottstycken av tät, mörk kvartsit och större, rundade brottstycken. Bolhult. 1/7 naturlig storlek.

Aplitized quartzite with stripe-like fragments of dense, dark quartzite and large, rounded fragments. Bolhult. 1/7 natural size.

Den mobiliserade, omkristalliserade sandstenen hade fått både rörelse- och intrusionsförmåga. Bergarten i hela detta hållkomplex utgör ej en intrusiv granit med brottstycken, utan är att tyda såsom uppkommen genom en omkristallisation och genomsaftning av en sedimentkomplex av bandad sandsten, som härigenom blivit breccieartat utbildad och ännu ej fullt homogeniserats. De fältspatrikare sandstensbanden ha lättare omkristalliserats till granitaplitliknande massor, som mobiliserats och delvis uppträda åderartat i de renare, kvartsitiska och skiffer-kvartsitiska resterna.

På sydvästsidan av Gränsös södra udde träffas en mestadels grå, skiktad, svagt glimrig kvartsit, som är intensivt genomådrad av aplit-ådror, övergående i salisk granit. Kvartsiten är än ljusgrå, än mörkgrå. Aplitådrorna äro mestadels direkt uppkomna ur kvartsiten. Till en del är den skiktade kvartsiten tät, fältspatrik, sandstensartad. Fläckvis är den helt aplitiserad med pegmatitiska klumpar, varvid den grå, skiktade kvartsiten ligger som sliror eller brottstycken i den aplitartade bergarten. Ofta är dock kvartsitsandstenen helt bevarad i stora partier, även dessa fältspatrika, ehuru den i brottzoner är genomådrad av aplitmaterial. I den aplitiserade, aplitgenomvävda sandstensmigmatiten synas några större brottstycken av omkristalliserad grönsten, som

övergå i mörka sliror i migmatiten. Österut är huvudbergarten en mer eller mindre aplitiskt genomådrad kvartsit, övergående i migmatit. Kvartsiten är till sin sammansättning snarare en fältspatsandstentyp än en kvartsitsandsten. Längre ut mot udden dominerar därefter röd-grå kvartsit. Grönstensbankar äro sällsynta. De äro avbrutna och mer eller mindre aplitgenomådrade. På nordsidan av den djupa viken övergår röd kvartsit plötsligt i röd aplitgranit. Fläckvis finns dock en migmatitisk övergångsbergart, bestående av aplitgenomådrad, grå, glimrig kvartsit eller av brottstycken av grå kvartsit i aplitpegmatitiskt material. Denna kvartsit är alltså, i motsats till den rödaktiga, ej helt omkristalliserad. — Röd aplitgranit fortsätter norrut. På ett ställe synas brottstycken av vit kvartsit och bankar av grönsten. Dessa bankar ha blott svagt påverkats av aplitgraniten, som ännu ej är fullt granitisk utan fortfarande fläckvis övergår i tätare, röd kvartsit. Vid viken innanför ön är bergarten ganska kvartsitisk, och här finnas gångartade grönstensbrottstycken, som äro helt opåverkade. Norrut växlar bergarten i hållarna mellan sandstensartad kvartsit och granitaplitisk bergart. I denna finnas brottstycken eller slyngor av vit, tät kvarts, medan bergarten å andra sidan även kan uppvisa fläckar med pegmatitiskt gry med upp till 2 dm stora, röda fältspater, fastän omgivande bergart är mitt emellan kvartsit och aplit. Till nästa djupa vik norrut växlar berggrunden mellan kvartsitisk och aplitisk bergart. Ibland uppträder här också kvartsiten som brottstycken i aplitiskt omkristalliserad sandsten.

För att visa sammansättningen av de sandstensartade bergarterna ha några vanliga, mer eller mindre metamorfa kvartsiter sammanställts i en tabell, visande den volymetriska sammansättningen i %. De fyra sista bergarterna i tabellen äro dock från andra lokaler.

Den första utgöres av en sandstensartad kvartsit, som blott är svagt, aplitlikt omkristalliserad, medan N:o 2 och 3 äro något starkare omkristalliserade på grund av en ursprungssammansättning, som närmar sig granitens. N:o 4 visar sammansättningen av en omkristalliserad sandsten intill en grönstensbank, vilken har påverkat sandstenens mineralsammansättning vid omkristallisationen (aplitiseringen). N:o 5 är en aplitiskt omkristalliserad sandsten från Tjursbo, där övergången från kvartsitisk sandsten till aplit är diffus. N:o 6 och 7 visa sammansättningen av mörka kvartsiter, som ligga som mera resistent bankar inom granitiserade bergarter. Dessa kvartsrika och fältspatfattiga sediment ha här motstått den omgivande granitiserade bergartens upplösande inverkan.

I Mossfall-Frösvidalområdet, NV om Ankarsrum, är berggrunden på den geologiska kartan betecknad som porfyrisk hälleflinta. Här träffas

Tabell 1. Mineralsammansättning av kvartsiter och sandstenar (Vol. %)

Lokal	1	2	3	4	5	6	7	8
	Gränsö	Gränsö	Gränsö	Gränsö	Tjursbo	Horn	Bol- hult	SO om Mossfall
Bergart	Aplit- lik sand- sten	D:o	D:o	Av grön- sten kon- tamine- rad sand- stensaplit	Apliti- serad fältspat- sandsten	Mörk kvart- sit	Mörk kvart- sit	Aplitpor- fyriskt omkris- talliserad sandsten
Kvarts	52	30	16	9	21	62	70	30
Mikroklin	7	18	55	20	30	17		35
Sur plagioklas	38	48	18	54	33	0,2		31
Sericit	1,5	3	0,6	2	8	2	20	1,2
Biotit-klorit	1	0,9	10	13	2	14	2,5	2
Kordierit						1	5	
Andalusit				Spår		2,5	1	
Sillimanit						0,4	0,1	
Rutil	0,3	0,1	Spår	1		0,2		
Titanit					1,4		0,4	
Zirkon	0,1	Spår	0,1	0,1	Spår	0,5	0,1	Spår
Apatit				0,1	0,1	0,1	0,3	
Fe- och Cu-sulfider	0,1			0,5	0,5	0,1		0,7
Magnetit			0,3				0,5	
Epidot				Spår	4			
Turmalin				0,3				
Kloritoid							0,1	
Flusspat								0,1
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

rödlätta, täta, mosandlika bergarter, som utåt visa alla stadier av övergångar mot tät aplit, rödlätt granitporfyr och granit. De minst omvandlade bergarterna äro finkornigast och ha sandstensartat till mjälartat gry. Till sammansättningen växla de mellan albitrika sandstenar, mikrolinrika sandstenar och hornfelsartade, ursprungligen något leriga eller kalkiga, mjälartade bergarter. N:o 8, tabell 1, visar sammansättningen av en svagt porfyriskt omkristalliserad, mosandsliknande bergart. Lokalt finnas även täta, helt porfyriskt omkristalliserade bergarter.

Längre mot sydost, N om Ankarsrum, uppträder lokalt ojämnt grovkornig, arkosartad sandsten, som fläckvis och oregelbundet blivit granitiserad med starkt växlande kornstorlek.

Mellan Ankarsrum och Tjursbo iaktogs, hur hornbländegranit uppkommit genom invandring av röda fältspater i mörk grönsten, fig. 20. Denna hybridgranit övergår i hornbländegranit med mörk, biotit- och epidotrik grundmassa. Strax intill finns ljus kvartsit med övergångar till aplitisk, mikroklinrik granit. Öster härom förhärskar tät grönsten och hybridisk, monzonitisk granit. Vid Tjursbo anstår en till stor del fältspatrik kvartsit, som omärkligt övergår i aplit och denna fläckvis i



Fig. 20. Porfyrgranit med »grönstens»-grundmassa. Ankarsrum. Naturlig storlek.

Porphyritic granite with »greenstone»-matrix. Ankarsrum. Natural size.

granit. Man ser ännu skiktningen i den aplitomvandlade kvartsiten. Bergarten är mycket inhomogen, ibland sandstensartad, ibland kvartsitisk, och den slår ofta över i aplit samt fläckvis i pegmatitgranit. Den granitaplitiska bergarten är mycket brottstyckerik. Förutom kvartsit finnas även brottstycken av tät grönsten, som dock ofta är starkt biotitiserad. De enskilda brottstyckena av kvartsit ha ofta blivit i olika grad vridna ur den ursprungliga strykningsriktningen. SVENONIUS (5) har beskrivit kvartsit och breccieartad granit från Tjursbo gård samt publicerar två detaljfotografier härifrån.

Vid Nävelviken i Västrums socken övergår tät grönsten i grov, hybridisk grönsten (monzonitisk hornbländegabbro), vilken i sin tur successivt övergår i grov hornbländegranit samt denna i ordinär ögongranit. Öster om Nävelviken förekomma kvartsit och grönsten i bandartad växling. Komplexet är starkt skiffrigt migmatitiserat. Bergarten blir mot öster en åderartad, randig migmatit med »kuddar» av grönstensmigmatit. Den renare kvartsiten är i mindre grad migmatitiserad än grönstensbankarna.

Mot Västrum förekomma rikliga grönstensbrottstycken i graniten. Brottstyckena äro mer eller mindre migmatitiserade och aplitbreccierade.

Graniten är ofta hybridartad, varvid mörkt, diffust material förekommer ojämnt fördelat i bergarten. Kvartsitbrottstycken förekomma även. De äro relativt obetydligt aplitiserade eller aplitgenomådrade.

I de metamorfa eller granitiserade Västervikskvartsiterna ser man ofta lokalt en fattig, mycket finkornig kopparkisimpregnation, oftast som strimmor med ringa omfång. Karakteristiska, fastän mindre vanliga äro kopparkisförekomsterna, äro molybdenglansimpregnationer, som alltid uppträda i ringa mängd. De förekomma mest i de migmatitiserade kvartsiterna.

Smålandsgraniterna

Genom de föregående beskrivningarna har författaren velat visa, att graniterna inom Västervikskvartsiternas centrala område uppkommit som omvandling av de sandstensartade sedimenten med deras lagergångar eller bäddar av andesitisk till basaltisk grönsten. Genom en omvandling, mer eller mindre in situ, ha bildats aplitlika bergarter, vilka visa övergångar till intrusiva granitaplitler och dessa till småkorniga graniter. I de därur uppkomna grova graniterna ha brottstyckena av ursprungsmaterialet mer eller mindre assimilerats, och de uppträda därför diffust eller som smärre fläckar, varvid granitens typ och sammansättning i stor utsträckning varit beroende av vad som kvantitativt förhärskat bland ursprungsbergarterna. Mot större brottstycken av kvartsit övergår den grova graniten mestadels i en småkornigare granit, som motsvarar ett ej fullt så långt framskridet stadium i granitseringen, varför en sådan bergart ej är så markerat intrusiv som den grova, homogena graniten.

Enligt författarens uppfattning har alltså Västervikstraktens graniter uppkommit genom en omkristallisation, granitisering och homogenisering av Västervikskvartsitens bergarter utan större tillskott från annat håll. En utjämning av materialet har skett vid stark omkristallisation, så att de rent kvartsitiska bergarterna ha fått tillskott av material från de fältpatrika sandstenarna, som lättare (och därigenom tidigare) omkristalliserat än de renare kvartssandstenarna. Enligt författarens uppfattning har Västervikskvartsiten alltså ursprungligen haft en relativt granitisk genomsnittssammansättning, eftersom den utgjort nedbrytningsprodukter av huvudsakligen leptit- och granit terränger. Det som numera mest framträder av Västervikskvartsiterna äro de kvartsrikaste och därför minst omvandlade delarna av desamma.

Smålandsgraniterna i trakten Oskarshamn—Hultsfred—Vimmerby visa även liknande utbildning och uppkomstsätt. Andra, från Västervikstrakten avlägsnare områden, uppbyggda av Smålandsgraniter, ha författaren ej haft tillfälle att undersöka. I väster antages Vetlanda

kvartsiten motsvara Västervikskvartsiten. Vetlandakvartsiterna förefalla nämligen att vara analoga sediment av liknande kemisk uppbyggnad, vilka ävenledes ha rikliga grönstensinlagringar. Dessa bergarter föreligga som rester inom områden med övervägande Smålandsgraniter. Enligt N. H. MAGNUSSON (2) skall Rämsbergsformationen i Bergslagen vara ett annat parti av bibehållen gotisk kvartsit.

Har det inom andra områden förhärskat gotiska sediment av annan sammansättning, bör detta även ha påverkat de uppkomna graniternas kemi och struktur. De dioritiska, monzonitiska eller gabbroida bergarter, som i ringa utsträckning förekomma, antagas huvudsakligen vara omkristallisationsprodukter av de äldre grönstensbankarna i de fall, där massiven varit så stora, att det basiska materialet ej helt »försvunnit» i de nybildade graniterna (vilka i sådant fall blivit mörka biotit- eller hornbländegraniter).

Att Västervikskvartsiterna äro nedbrytningsprodukter av huvudsakligen äldre eruptiva formationer, av vilka åtminstone en del varit granitiseringsprodukter av en tidigare cykel, är numera en ganska allmänt antagen uppfattning (2). Smålandsgraniterna och med dem samhörande bergartssviter utgöra en ny cykel av granitiseringsprodukter, uppkomna i slutskedet av den gotiska sedimentationen under nedpressningen av geosynklinalen. Inom randområdena mot den äldre berggrunden ha en del av de nya eruptiven uppkommit även ur äldre bergarter än Västervikskvartsiterna. Delvis kunna alltså omgivande områdets leptiter, skifferar, migmatiter och graniter ha ryckts med i den gotiska bergskedjans omvandlingsprodukter. I huvudsak är det dock de gotiska sandstensartade sedimenten, som geosynklinalt nedpressade nått granitiseringsstadiet. Inom stora områden ha sedimenten helt granitiserats.

Av de regenererade graniterna synas de grova graniterna visa den största homogeniseringen, och de ha också blivit de mest genombrytande bergarterna.

För tillåtelse att publicera denna beskrivning ber författaren att få uttrycka sin tacksamhet till chefen för Bolidens Gruvaktiebolag, Direktör Erik Bengtson.

Summary

The Gothian Västervik quartzite was originally developed with feldspar sandstone and quartz sandstone as dominant components, and to a lesser extent of arenaceous shales. The complex was invaded by basic lavas as flat intrusions and lava flows. At the folding of the Gothian complex the rocks were much metamorphosed and to a large extent granitized. The feldspar sandstones have mostly been converted into aplite-like rocks passing over into small-grained granites that have retained many remnants of the primary rocks.

Some parts of the basic lavas have been digested, and there are remnants of basic material scattered in the granitized rocks. The hornblende of such nodules is mostly converted into biotite.

The metamorphosed shales and quartzites were invaded by the «aplitized» layers of feldspar sandstones, and veined gneisses were often formed. Remnants of metamorphosed shales and quartzites are often to be found as distinct inclusions in the granitized migmatites.

The quartz dominant sandstone was not easily granitized if it was not closely interstratified with feldspar-rich sandstone. Nodules of pure quartzite are often to be found as undigested remnants in the granitized rocks, analogically to the streaks and schlieren of biotite-rich rock which are remnants of basic rocks and shales.

North of Ankarsrum a region with primarily predominant densely fine-grained sandstone now shows diffuse transitions from a dense, reddish quartzite into porphyries and aplitic granite porphyries.

Aplites and small-grained granites have mostly been converted into regular coarse-grained Småland granites, which now predominate.

Wide areas within the Småland granites have dark biotite-hornblende granite, rich in inclusions of biotitized basic rock indicating frequent sheets of basaltic-andesitic rocks within the primary sandstones. The intermediate granites have often a dark groundmass very rich in biotite, which shows that the remnants of basic rocks or shales have not been quite digested or equalized.

The regular Småland granites are recrystallization products of the migmatitic rocks where the equalization process has proceeded far. Such granitic rocks were more «active», and show distincter contacts than the migmatitic granites.

Litteraturförteckning

1. BACKLUND, H. G., 1936: Der «Magmaaufstieg» in Faltengebirgen. — C. R. Soc. Géol. Finl., 9 (19): 293—347.
2. GEIJER, P. och MAGNUSSON, N. H., 1944: De mellansvenska järnmalmernas geologi. — Sver. Geol. Unders., Ser. Ca, N:o 35.
3. HOLST, N. O., 1885: Beskrifning till kartbladet Hvetlanda. — Ibid., Ser. Ab, N:o 8.
4. SVEDMARK, E., 1904: Beskrifning till kartbladet Oskarshamn. — Ibid., Ser. Ac, N:o 5.
5. SVENONIUS, F., 1905: Beskrifning till kartbladet Ankarsrum. — Ibid., Ser. Aa, N:o 126.
6. —, 1907: Beskrifning till kartbladet Västervik. — Ibid., Ser. Aa, N:o 137.
7. —, 1914: Beskrifning till kartbladet Gamleby. — Ibid., Ser. Aa, N:o 147.

Den svensk-finska geologiska exkursionen i Tornedalen sommaren 1948

Av

OLOF H. ÖDMAN, M. HÄRME, A. MIKKOLA och AHTI SIMONEN

Abstract. Account of a geological excursion jointly undertaken by representatives of the Geological Surveys of Sweden and Finland along the border North of Haparanda—Tornio with the object in view to correlate the pre-Cambrian geology in that part of Fennoscandia.

Sedan några år bedriva Geologiska Forskningsanstalten i Finland och Sveriges Geologiska Undersökning karteringsarbeten inom resp. länders gränstrakter utmed Torneälven. Arbetena hade vid slutet av 1947 års säsong på ömse sidor gränsen avancerat så långt, att det ansågs lämpligt att under sommaren 1948 ordna en gemensam exkursion i och för samordnandet av de geologiska resultaten. Denna plan understöddes av vederbörande ämbetsverks chefer, och exkursionen ägde rum under 10 dagar i slutet av juni och början av juli 1948. På finska sidan gick exkursionen över ett område Tornio—Ylitorio—Rovaniemi—Kemi—Oulu. På svenska sidan berördes området Haparanda—Kalix—Karungi, varjämte en avstickare gjordes till konglomeratet på Bälingsberget, SV om Gammelstad.

Deltagare i exkursionen voro fil. mag. M. Härme, fil. mag. A. Mikkola och statsgeologen A. Simonen samt från Sverige amanuenserna K.-E. Mars och E. Åhman samt statsgeologen O. Ödman.

De geologiska arbetena på ömse sidor gränsen äro ännu icke avslutade, och det kommer att dröja, innan någon beskrivning av dessa trakter kan komma till stånd. Under exkursionen uppnåddes i alla väsentliga punkter fullt samförstånd i vad rör frågan om nomenklatur och parallellisering av bergartsserierna i de nämnda områdena. I det följande ha vi för avsikt att ge en kort skildring av exkursionen och en sammanfattning av de resultat, som uppnåddes under densamma.

Exkursionen på svenska sidan den 27 juni—1 juli

(av O. H. Ödman)

Ett par dagar ägnades åt Kalixområdets berggrund under ledning av E. Åhman, som sedan ett par år tillbaka här utför geologisk kartläggning. De redan tidigare av Geijer och Hausen m. fl. konstaterade stora likheterna i litologiskt och även stratigrafiskt hänseende med de



Foto K.-E. Mars

Fig. 1. Förklyftning i dioritisk Haparandagranit. Karungi.

karelska områdena i Norra Finland poängterades än ytterligare av de finska exkursionsdeltagarna. Dock må framhållas, att Kalixområdets stratigrafi är av mera skiftande och invecklad natur än exempelvis i området utmed Kemi älv från Rovaniemitrakten och ned mot mynningen.

En viss uppmärksamhet ägnades Kalixområdets kimberlitgångar. Antalet kända gångar har ökat i hög grad genom de senaste somrarnas arbeten.

En stor del av exkursionen ägnades åt ett studium av den mellan Gammelstad, Karungi och Haparanda i ett flertal massiv uppträdande hornbländeförande graniten. I sin vanligaste utbildningsform är denna en grå, medelkornig och i allmänhet massformig bergart, som för rikligt med hornblände resp. biotit (fig. 1). Ett genomgående karakteristiskt mikroskopiskt drag är förekomsten av väl utbildade, långsträckt tavelformiga plagioklaser, i allmänhet med oligoklasens sammansättning. Halterna av kvarts och mikroklin kunna variera inom rätt vida gränser, varför bergarten pendlar i sammansättning mellan granit, granodiorit, kvarts-diorit och diorit. Inom Kalixområdet uppträda en del massiv med gabbro, vilken bergart också synes vara genetiskt förbunden med den hornbländeförande graniten.



Foto O. Ödman

Fig. 2. Konglomerat med bollar av Haparandagranit. Bälingsberget.

I trakten V om Haparanda antar bergarten en speciell utbildningsform. Den blir grågrön till färgen och för rikligt med pyroxen i stället för hornblände. I övrigt har bergarten samma mineralogiska sammanställning som hornbländegraniten. Utmed landsvägen Nikkala—Säivis är det gott om hållar, och man kan i dem se, hur den grågröna pyroxengraniten successivt övergår till hornbländegranit.

Pegmatiter äro icke kända i samband med denna granit och i vanliga fall (se dock nedan p. 118) ej heller ådergnejs eller migmatit.

På finska sidan synas pyroxenförande resp. gabbroida eller dioritiska led ha större utbredning än på svenska sidan.

Då det är uppenbart, att vi således ända från trakten av Gammelstad över Haparanda—Tornio till ett gott stycke in i Finland¹ ha en petrografiskt och geologiskt enhetlig djupbergartsgrupp, är det också önskvärt, att den får ett enhetligt namn. Exkursionsdeltagarna enades därför om att beteckna den som Haparandaserien (resp. -gabbro, -diorit, -granit o. s. v.).

¹ Härtill kan fogas, att samma granit i mer eller mindre typisk utbildning uppträder så långt in i Norrbotten som t. ex. på Hakkas-bladet (N:o 22) och i trakten kring Muodos-ompolo.

Haparandaseriens ålder har vållat rätt stora bekymmer vid karteringen, och denna fråga diskuterades ingående under exkursionen.

Beträffande eruptivens åldersrelationer till omgivande berggrund på svenska sidan gränsen ha bl. a. följande observationer gjorts.

1. På Bälingsberget på västra sidan av Lule älv, SV om Gammelstad, anstår över stora delar av berget ett konglomerat, bland vars bollar Haparandagranit är ett vanligt inslag (fig. 2). Konglomeratet, som upptäcktes år 1939, är tidigare endast i förbigående omnämnt av E. GRIP (1944)¹. Förutom bollar av Haparandagranit ingå även sådana av porfyrir och finkornig, röd aplitgranit (påtagligt lik den aplitiska sen-karelska granit [se nedan], som skär igenom konglomeratet!) samt rödaktiga, pegmatitiska graniter av okänt ursprung. Konglomeratet saknar, såvitt bekant, all stratifiering, och dess grundmassa har icke någon påtaglig klastisk struktur. Den är ganska basisk och för en hel del mörka mineral. Metamorfosen, som delvis är rätt stark — i Stora Bodberget 4 km NV om Bälingsberget migmatitiseras konglomeratet av den sen-karelska graniten — torde ha utplånat eventuellt förefintlig klastisk struktur.

I detta sammanhang skall omnämnas, att vid exkursionens besök på Bälingsberget en stuff slogs, i vilken grundmassan syntes bestå av porfyrir. En mikroskopisk granskning har givit vid handen, att så med all sannolikhet är fallet. I bergets högsta parti uppträda f. ö. porfyrirer i direkt anslutning till konglomeratet. Det är därför möjligt, att Bälingskonglomeratet ej får tolkas som ett vanligt, psefitiskt sediment utan snarare som en pyroklastisk bergart, låt oss säga ett »vulkaniskt konglomerat».

Liknande Haparandagranitförande »konglomerat», ävenledes uppträdande i direkt anslutning till porfyrirer, ha under de senaste årens karteringar i Norrbotten upptäckts på Emmesberget, Ö om Årbyn (SV:a hörnet av bl. 30 Överkalix SV), samt vid Råneälven vid Brändbergs by (bl. 29 Harads SO).

Alldeles bortsett från konglomeratets bildningshistoria visa dock bollarna av Haparandagranit, att en kraftig nedbrytning och erosion följt på dess intrusion och att graniten legat blottad i dagen.

2. Vid K.-E. Mars' kartering i området mellan Haparanda och Övertorneå har utbredningen av de direkt över finska gränsen strykande karelska bergartsserierna närmare utretts (fig. 3). Vid några tillfällen har Haparandagranitens kontakt mot de karelska bergarterna varit blottad, och av samtliga fall framgår fullt klart, att den är yngre än

¹ Uppslaget till fyndet gavs av konglomeratblock vid Gäddvik iakttaga av A. Gavelin och E. Grip år 1939. Vid en av Grip senare samma år ledd exkursion anträffades konglomeratet i fast klyft på Bälingsberget. Blocken av konglomerat vid Gäddvik påträffades redan år 1886 av Svenonius.

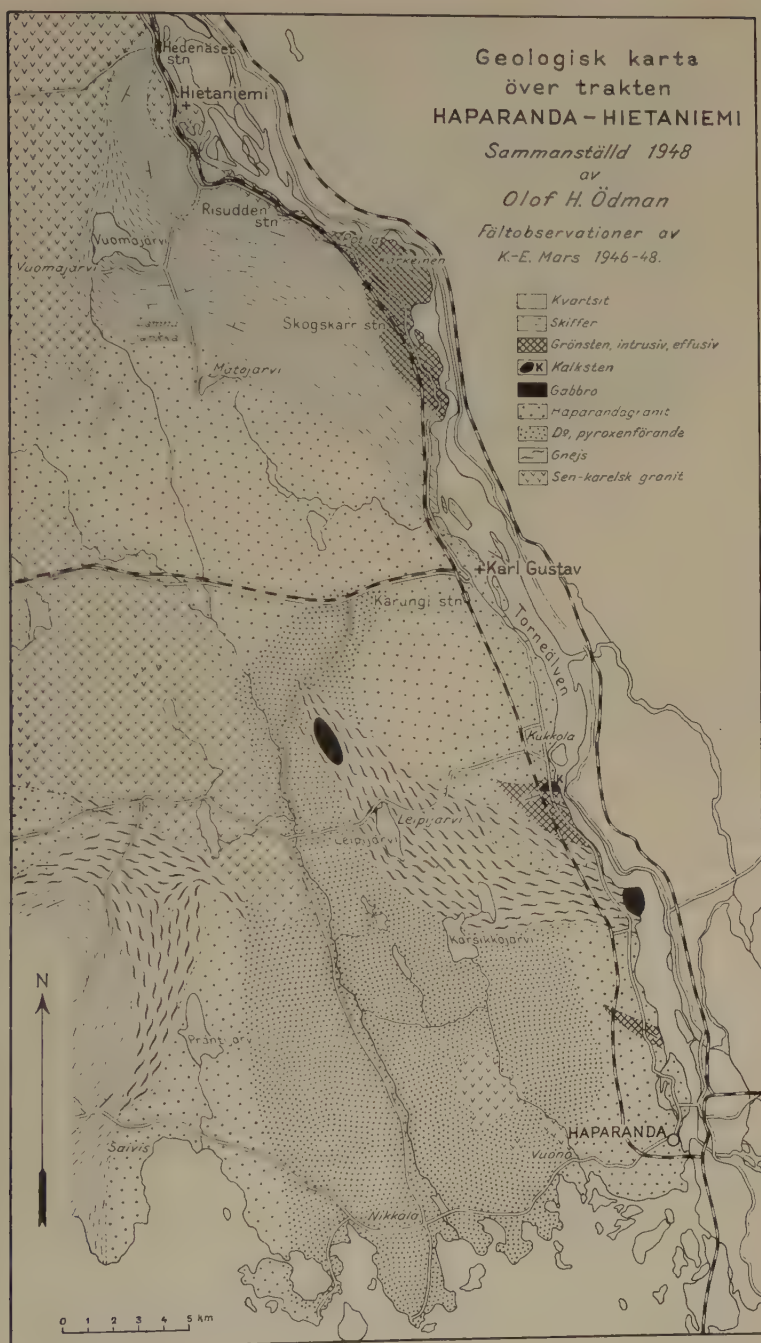


Fig. 3.



Foto A. Mikkola

Fig. 4. Haparandagranit intruderar glimmerskiffer. Lammijätkkä.

dessa. De under exkursionen besökt lokalerna skola i all korthet omnämnas.

På den lilla holmen Kalliosaari (Riksröse 49) i Torneälven Ö om Karungi finnes en låg håll med mörkgrå, konkretionsförande skiffer. Denna slås igenom av en 0.5 m bred gång av en ganska basisk och mörk variant av Haparandagraniten.

Inom myrområdet kring Lammijätkkä, S om Hietaniemi (Bl. 31 Övertorneå SV), finnas goda blottningar i en glimmerskiffer, som i denna trakt täcker rätt stora arealer. Bergarten breccieras av en här delvis porfyrisk variant av Haparandagraniten. Glimmerskiffern är kraftigt påverkad av graniten och har ställvis överförts till en ådergnejs, något som eljest är ovanligt i samband med denna granit (fig. 4).

Intill en järnvägsskärning i ljusgrå kvartsit 0.5 km NV om Risuddens station (Bl. 31 Övertorneå SV) ligga ett par små hållar med en av metamorfosen något förgrovd, men eljest likartad kvartsit, som genomslås av en något basisk variant av Haparandagraniten.

Även Kalixtraktens karelska bergarter slås igenom av Haparandaseriens intrusiv. På ön Skabben i Kroksfjärden, NO om Båtskärsnäs, är sålunda kontakt mellan denna och Kalixseriens grönstenar blottad. Delvis starkt omvandlade grönstensbrottstycken påträffades flera m in i graniten.

I S delen av Kvarnberget, N om avtagsvägen (från kustlandsvägen) till Båtskärsnäs, intruderar förgnejsade bergarter tillhörande Kalixserien av en gabbro. Inne i gabbroen närmast kontakten ligger en bred zon med stora, något avrundade fragment av dessa bergarter.

Inom området mellan Kukkola och Hietaniemi studerades vid flera

lokaler de från finska sidan över gränsen strykande karelska supra-krustala bergarterna. Några exempel må anföras. Vid Kukkola besågos de bandade grönskiffrarna med en i en brunn blottad inlagring av karbonatsten. Blottningarna på finska sidan äro betydligt bättre (se p. 122). Omkring Karkeinen i Torneälvens stora bukt mot Ö, norr om Skogskärrens station, finnas goda blottningar i grönsten av både effusiv och intrusiv natur. Längst i NV mot Potila växellagra grönstenarna, här närmast »grönskiffrar» av sannolikt tuffitisk natur, med klastisk kvartsit och karbonatsten, sannolikt markerande övergången till de uteslutande av sediment uppbyggda trakterna i V. Dessa sediment besågos på flera lokaler, t. ex. glimmerskiffrar ställvis med porfyroblaster mellan Vuomajärvi och Matojärvi samt svarta, grafit- och kisförande skiffrar och sedimentära kvartsiter omkring Risuddens station.

Exkursionen studerade även i trakten av Kalix och på berget Luppjo den yngre prekambrisk graniten, vilken inom vissa delar av Norrbotten har en mycket stor utbredning. I sin normala utbildning är bergarten en medel- till grovkornig, massformig och till färgen röd granit, som i mikroskopet utmärker sig genom hög mikroklinhalt och relativt obetydlig mängd av en sur plagioklas. Biotit förekommer vanligen, och vissa former föra hornblände. En karakteristisk variant i trakten Älvsbyn—Boden—Edefors är grågrön till färgen och för pyroxen. Kvartshalten är mindre än i den normala graniten, och bergarten tenderar åt syenithållet. Graniten, som vid karteringen gått under beteckningen »yngre, röd granit», uppvisar en rad varianter, som givits olika lokalsamn. Linagraniten är sedan gammalt en av dessa lokala beteckningar, andra dylika äro Edeforsgranit, Paljagranit och Lainiogranit.

Graniten har sin direkta motsvarighet på finska sidan gränsen, där den betecknats som post-kalevisk granit resp. Nattanengranit.

Sammanfattningsvis må följande anföras beträffande Haparandaserien och den »yngre, röda granitens» åldersställning.

Haparandagraniten, såsom den är utbildad kring Gammelstad och i bollar i Bälingskonglomeratet, erinrar i vissa avseenden om t. ex. Jörngraniten. Detta förhållande men framförallt det, att graniten uppträdde som bollar i konglomeratet, föranledde mig att först tolka den som en »urgranit» tillhörande den äldsta prekambrisk cykeln i Norrland. Detta föreföll till en början rätt sannolikt och innebar egentligen endast en fortsättning från Västerbotten av ett av detta läns geologiska huvuddrag. I och med upptäckten av Haparandagranitens genomskärande kontakter gentemot de karelska bergarterna i trakten av Karungi kom emellertid frågan i ett helt annat läge — ett vidhållande av uppfattningen om granitens höga ålder skulle leda till den i och för sig

orimliga slutsatsen, att de karelska bergarterna skulle höra till den äldsta cykeln.

Denna fråga behandlades under exkursionen, och från finsk sida framfördes den tanken, att Haparandaserien vore att tolka som en tidigt orogen intrusivsvit, intruderad under ett tidigt skede av den karelska orogenesen eller, med andra ord, som ett primorogent intrusiv enligt WAHL (1936). Denna tanke vill jag helt ansluta mig till, och vid den fortsatta karteringen i Norrbotten kommer den att utgöra en av våra viktigaste arbetshypoteser.

Konsekvenserna av det nu framförda bli givetvis flera och låta sig icke överblickas i full utsträckning på undersökningens nuvarande stadium. Redan nu står klart, att konglomeraten från Bälingsberget, Emmesberget och Brändberg icke, som jag tidigare var böjd att tro, få betraktas som hörande till den karelska cyklens äldre bildningar (»bottenkonglomerat»), utan tillhöra ett betydligt senare skede i dennas utveckling. Det nära sambandet med porfyriter — omkring lokalen vid Brändberg utbreder sig ett vidsträckt område med väl bevarade, i regel basiska vulkaniter — och frånvaron av verkliga sediment tyda på förekomsten av ett kontinentalt område, utbildat i samband med en tidig karelsk veckningsfas med intrusion av den prim-orogena Haparandaserien och dess senare frampreparerande. En av de många olösta frågorna i detta sammanhang är åldersrelationen mellan Karungi—Kalix-traktens suprakrustala bildningar samt de senare konglomeraten å ena sidan och bergarterna i de klassiska Vakko-områdena vid och N om Kiruna å den andra.

Den »yngre, röda graniten» är en typisk migmatitgranit, och stora områden över hela Norrbotten och i norra Finland uppbyggas av migmatiter, som stå i genetiskt samband med densamma. Graniten tillhör uppenbarligen ett sent stadium i den karelidiska bergskedjans utveckling. För att få ett gemensamt namn på hela denna granitsvit enades exkursionsdeltagarna om att införa beteckningen sen-karelsk granit. Tidigare har, framför allt när det gällt nordfinska förhållanden, termen post-kalevisk granit använts, men denna term kan icke längre anses vara lämplig.

Exkursionen på finska sidan den 2—6 juli

(av M. Härme, A. Mikkola och A. Simonen)

På finska sidan fortsatte exkursionen under tiden 2—6 juli längs rutten Tornio—Ylitornio—Rovaniemi—Kemi—Oulu. Inom detta område ha under åren 1945—1948 utförts nya fältundersökningar, vilka

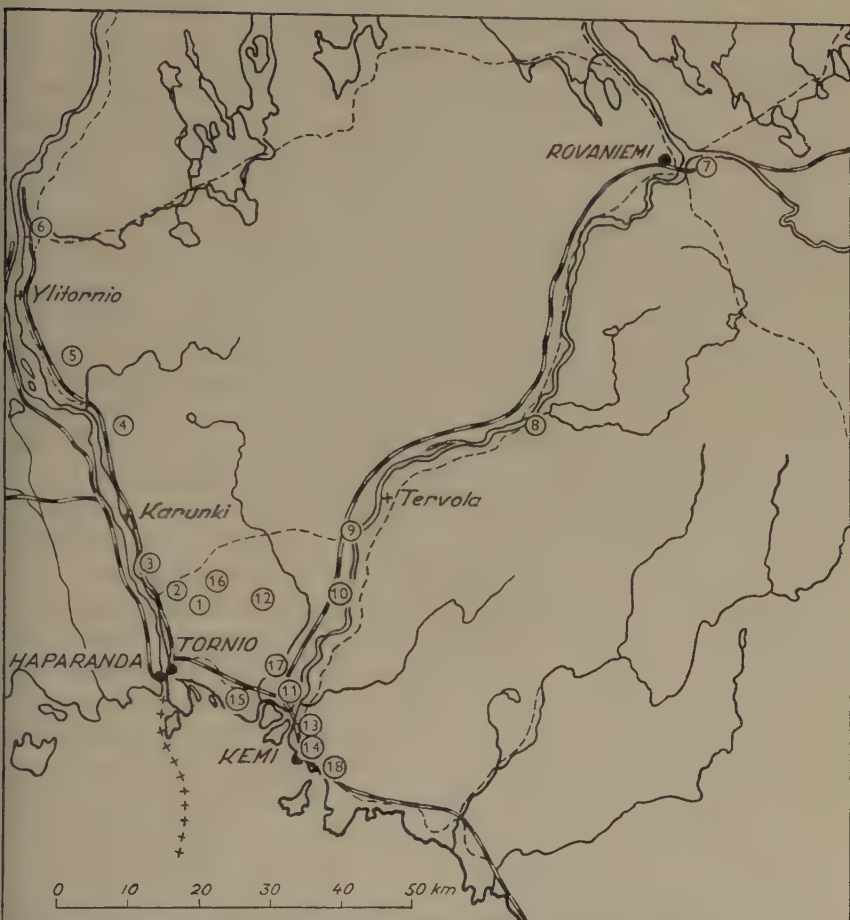


Fig. 5. Kartskiss över trakten Ö om Torne älv angivande läget av de lokaler, som nämnas i texten.

spritt ljus över de uppfattningar, som framställts av HACKMAN (1914), MÄKINEN (1916) och HAUSEN (1936).

I Torne älvdal stiftades bekantskap med olika skiffrar. I Hammasjärvi (1, se kartan fig. 5) finnes en bandad grönsten växellagrande med dolomit och en mörk fyllit. Skiktningen i grönstenen utvecklas i vissa zoner till varvighet, i vilken bottenens ställning kan bestämmas och befunnits vara mot S. De bandade grönstenarna äro basiska och innehålla huvudsakligen amfibol antingen som fina trådar eller som söndriga kristaller. Dessutom finnas i dem rikligt epidot, plagioklas, karbonat, biotit och klorit. I de lager, som gränsa mot fylliten, finnes även något kvarts.

Dolomiten uppträder som ett mäktigt lager N om den bandade grönstenen i Hammasjärvi. Denna dolomithorisont studerade exkursionen S om landsvägsbron i Liakkajoki (2), där dolomiten i SV gränsar mot en ljus kvartsit. I kontakten mellan kvartsiten och dolomiten finnes en zon av diopsidskarn, i vilket individerna nå en längd av ända till 5—10 cm.

Den zon av bandade grönstenar, som vi stött på i Hammasjärvi, övertvärades vid Kukkola fors (3), där blottningarna fortsätta över till svenska sidan. Bergarten är alldeles lik den i Hammasjärvi och uppträder även i sällskap med samma bergarter. Skiktningen, som HAUSEX (1936) beskrivit, är tydligt skönjbar och botten riktad mot N. Karbonatlagren i grönstenen synas utmärkt väl på vittrad yta vid forsens strand.

Längs hela zonen från Hammasjärvi till Kukkola finnes N om dolomiterna fyllit, i vilken förekomma liknande porfyroblastförande glimmerskiffrar som på svenska sidan mellan Vuomajärvi och Matojärvi.

Ovannämnda bandade grönstenar äro till sitt ursprung tuffer. Den vulkaniska miljön kommer särskilt tydligt till synes på Nivavaara i Korpikylä (4), där vi stiftade bekantskap med ett agglomerat. Detta bildar ett mäktigt lager i en mycket sericitrik skiffer i kvartsit. I SV ansluter sig agglomeratet till en grov, oskiktad grönsten och i NO till kvartsiten. Bomberna i agglomeratet äro rundade och utdragna i skiffrihetens riktning. Deras diameter varierar mellan 1 och 70 cm. Förekomsten är till sin karaktär konglomeratartad. Fragmenten äro huvudsakligen basiska vulkaniter, men däribland finnas även kvarts- och fältspatporfyryr samt brottstycken av kvartsit. Mellanmassan är en finkornig, starkt skiffrig amfibolbergart, som ursprungligen varit en mycket basisk tuff. Från det agglomerat, som vi besökt på svenska sidan (Niva), skiljer sig Nivavaara-agglomeratet främst i fråga om fragmentens beskaffenhet och storlek. Lavabäddarna av mandelsten, som finnas i grönstenen på stranden av Matkakoski, framhäva ytterligare den vulkaniska miljön i Korpikylä.

Resan fortsattes mot norr, och på Huitaperi-vaara (5) granskades en kontaktbildning mellan den karelska mikroklinggraniten och skiffrarna. Graniten är här en finkornig, ljusröd kontaktvarietet. Den är till sin beskaffenhet migmatitisk och innehåller relativt väl bevarade kvartsitfragment, i vilka bl. a. den ursprungliga skiktningen är synlig och kalthalten ej ökats i nämnvärd grad. I detta avseende skiljer den sig från kvartsitmigmatiterna i Bondersbyn och Rovaniemi. Däremot framträder en tydlig granitisering av grönstensfragmenten med en gradvis stigande mikroklinhalt. Den karelska mikroklinggraniten förekommer ren

å Aavasaksa (6), dit färden fortsattes. Den jämnkorniga, medelkorniga graniten är mycket homogen och till karaktären magmatisk. Migmatitiska drag och skifferrester saknas fullkomligt. Färgen är röd (jfr Luppio grå granit) på grund av mikroklinen. Förutom denna kan man makroskopiskt se kvarts och biotit. I HACKMANS kartbladsbeskrivning (1914, tavla VI) finnes en analys av graniten i Aavasaksa.

Mellan Ylitornio och Rovaniemi granskades olika typer av den karelska migmatiten. Några voro glimmer-, andra granatrika.

I en järnvägsskärning i Rovaniemi stiftades bekantskap med Ounasvaara kvartsit (7) och dennas gradvisa granitisering i samband med intrusionen av den karelska graniten. Kvarts- och pegmatitgångar uppenbara sig härvid i kvartsiten, och kalihalten ökas sekundärt.

Från Rovaniemi gjordes en utfärd till klotgranitförekomsten i Kemijärvi på stranden av Kalliojärvi nära gränsen mellan socknarna Rovaniemi och Kemijärvi. Klotgraniten uppträder i en berggrund, som migmatitiserats av den karelska mikroklinggraniten, och uppkomsten av klotstrukturen har förklarats bero på granitisationsprocessen (SIMONEN 1941).

Från Rovaniemi fortsattes färden nedåt längs Kemi älv, och det första uppehållet gjordes vid Narkauskoski i N. Tervola (8). På Östranden av älven synes en fullständig profil av en liknande sedimentserie som i zonen Hammasjärvi-Kukkola. Underst i SV ligger en vit, ågorlunda ren kvartsit i en mäktig bädd, i vilken finnas mellanlager av dolomit och arkos. I kvartsiten äro böljeslagsmärken vanliga. Ovanpå kvartsiten följer en bädd av skiktade sediment, där varviga märgellit- och basiska tuffitlager mycket livligt omväxla med varandra. Den förstnämnda är en mörkgrå, finkornig bergart, i vilken huvudmineralen äro kvarts, karbonat och en porfyroblastisk amfibol i små ålar. Tuffitlagren äro grönaktiga och starkt skiffrika samt innehålla relativt stora mängder av en fint nålformig amfibol jämte magnetit i stora kristaller. En analys av denna bergart har publicerats i MIKKOLAS undersökning (1947), som behandlar Vähäjoki järnmalm. Ovanpå förstnämnda sedimentserie finnes en grå eller gulaktig, skiktad dolomit, i vilken förekomma mosaikartade breccior med talkfyllda sprickor.

I skifferbrottet i Paakkola (9) granskades en tät, grönaktig, varvig lit, vilken fortsätter åt S till trakterna av Koskenkylä station. Där ansluter sig till denna vid Taivalkoski (10) i Kemi älv ett konglomerat (fig. 6), i vilket bollarna huvudsakligen bestå av kvartsit och dessutom beståda brottstycken av fyllit. Cementet består av en relativt grov kvarts, något biotit, albit och apatit. Kvartsitbollarna äro rundade, och i dem synes ofta tydlig skiktning, t. o. m. strömskiktning. På grundval av bottenobservationer i de brantställda konglomeratlagren

och i fylliterna i omgivningen förefaller konglomeratet höra till fyllitens översta delar.

I Kallinkangas nära Laurila station (11) finnes i en järnvägsskärning en grövre, skiktad sericitkvartsit. Den är ställvis strömskiktad och innehåller även täta sericitrika mellanlager. Man påträffar i den tydliga böljeslagsmärken och torksprickor, vilka BERGHELL och HACKMAN (1923) beskrivit.

I dolomitbrottet i Kalkkimaa (12) konstaterades, att bergarten anskiktad och att kvartshaltiga mellanlager förekomma i den. Färgen hos

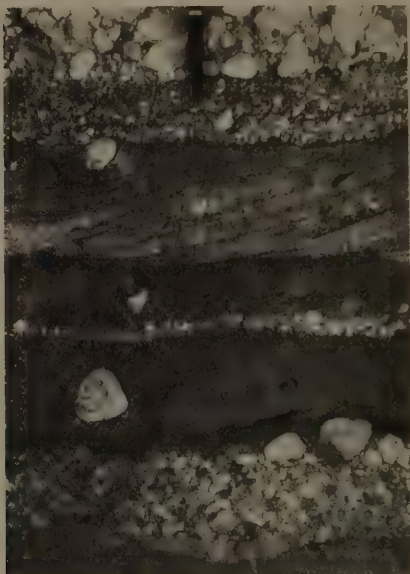


Foto M. Härme

Fig. 6. Konglomeratet vid Taivalkoski i Kemi älv. På bilden synas såväl lager med obetydligt cement som mellanskikt nästan fria från bollar. De sistnämnda lagren äro stundom tydligt strömskiktade.

dolomiten varierar anmärkningsvärt och i någon mån även kornstorleken. På S sidan ansluter sig dolomiten till basiska, skiktade grönstenar såsom i Hammasjärvi (1) och Narkauskoski (8) och på N sidan till fylliten. V om dolomitbrottet ligger ett litet kvartsitbrott i vilket finnes en tät, »glasig», röd kvartsit.

I Lautiosaari (13) granskades grönstenar, i vilka iakttogos variationer från relativt grova, ofitiska typer ända till finkorniga, mandelförande typer. Vid järnvägsstationen ansluta sig till dem även agglomeratiska varieteter.

I de NV utkanterna av Kemi stad (14) sågo vi grönstenens kontakt mot en anortosit. Här ha konstaterats grönstensfragment i anortositen. Till denna ansluta sig peridotitiska bergarter, och dessa ba-

siska bergarter bilda en zon, som sträcker sig längs den SÖ kanterna av suprakrustalområdet, mellan detta och graniten.

Mellan Tornio och Kaakamo finnes ett område med basiska djupa bergarter, som är en direkt fortsättning på Haparandamassivet. På Kaakamoniemi (15) följde vi gabbrons kontinuerliga övergång till diorit. Granitområdet vid Nosanrakka (16) samt granit- och dioritförekomsterna i Ruottala (17) synas på petrografiska grunder höra ihop med serien i Kaakamo. Alla dessa ha som gemensam mineralparagenesidiomorf plagioklas, zonarbyggd med flera serier på varandra, samt pyroxen och amfibol. Nyssnämnda djupbergarter bilda säkerligen en

nhetlig differentiationsserie. I skiffrarna, som omge massiven av dessa djupbergarter, förekommer en stegring i mineralfacies förorsakad av termometamorfosen. Gångar av djupbergarterna genomtränga suprakrustalformationen.

SO om Kemi besågs en migmatitgranit (18), i vilken finnas granitiserade rester av gabbro och amfibolitiserad grönsten. I denna granit förekomma lokala variationer i sammansättningen och till den ansluta sig porfyrgranitiska varieteter.

Resan fortsattes till Oulu, varifrån vi gjorde exkursioner till Utajärvi-Kiiminki skifferområde och till konglomeratförekomster tillhörande den s. k. Muhosformationen. Konglomeraten i Utajärvi äro enligt MÄKINEN (1916) den karelska suprakrustalformationens bottenkonglomerat, och de innehålla rikligt granitbollar i ett arkosartat cement. Muhosformationen konglomerat i Kieksi (BRENNER 1944), V om Leppiniemi kraftverk, hör till en sedimentformation, som ligger på urberget och når en mäktighet av omkring 500 m. Röda sand- och slamstenar förekomma i denna. I konglomeratet finnas rundade bollar av omgivningens urberg med en röd eller grönaktig sandsten som bindemedel. Detta konglomerat påminner högeligen om de konglomeratblock, som under exkursionen påträffades på skäret Gräddmanshällan på svenska sidan. Frågan om Muhosbildningens ålder är ännu ej i detalj klarlagd, men deltagarna i exkursionen voro böjda för att jämställa den med de jotniska bildningarna.

De suprakrustalformationer, som ingingo i exkursionsprogrammet, förete många likartade drag. Skifferområdet på finska sidan fortsätter utan avbrott till svenska sidan vid Karungi och Hietaniemi. Kalixformationens konnektering med nyssnämnda suprakrustalkomplex förefaller säker på grund av likheten i de litologiska dragen och kontaktsförhållandena med djupbergarterna. Överallt i suprakrustalområdena påträffas bergartskombinationen kvartsit-fyllit-dolomit-bandaad grönsten. Till grönstenarna ansluta sig ytterligare varieteter, i vilka vulkaniska relikstrukturen kunna iakttagas (agglomerat, mandelstenar, sillowlava).

Stratigrafien i suprakrustalformationen är lokalt klarlagd, men det är för tidigt att draga generella slutsatser för hela området, då undersökningarna ännu fortsätta. Detsamma gäller vår kunskap om tektoniken.

Djupbergarterna i området representeras huvudsakligen av två graniter, som tydligt skilja sig från varandra, en grå plagioklas- och en röd mikroklingranit. Plagioklasgraniten påträffas som ett vidsträckt massiv på svenska sidan från Haparanda ända till Karungi. På finska sidan ansluta sig till detta massiv Kaakamo gabbrodiorit samt grani-

terna i Nosanrakka och Ruottala, vilka uppträda som fristående områden och antagligen representera de suraste differentiaten i den enhetliga kristallisationsdifferentiationsserien gabbro-diorit-granodiorit-granit. För denna serie föreslås namnet Haparandaserien, vars petrografiska kännetecken ovan skildrats (jfr p. 114—115 och 124).

Om man tillämpar en magmatektonisk klassificering på djupbergarterna i området, synes det sannolikt, att Haparandaseriens bergarter representera primorogena (synkinematiska, synorogena) intrusiv, medan åter de migmatitbildande mikroklinggraniterna (yngre, röd granit) till sin karaktär äro senorogena (senkinematiska) i den karelska orogenesen.

Den här lämnade korta beskrivningen av exkursionen är ett preliminärt meddelande över de berggrundsundersökningar, som under de senaste åren utförts på vardera sidan om riksgränsen. Den gemensamma exkursionen skapade en fast grund för slutförandet av de för tillfället pågående specialundersökningarna.

Litteraturhänvisningar

- BERGHELL, H. und HACKMAN, V., 1923: Über den Quarzit von Kallinkangas, seine Wellenfurchen und Trockenrisse. — Bull. Comm. géol. Finl., N:o 59.
- BRENNER, TH., 1944: Die Bodenbildungen des Muhos-Sediments bei Kieksi. — Ibid., N:o 132 (8).
- GRIP, E., 1944: Diskussionsinlägg. — Geol. Fören. Förhandl., 66: 317—318.
- HACKMAN, V., 1914: Geologisk översiktskarta över Finland. Sektionerna: Rovaniemi, Torneå och Över-Torneå. Beskrivning till bergartskartan. — Geologiska Kommissionen.
- HAUSEN, H., 1936: The North-Bothnian downfold. — Acta Acad. Aboensis. Math. et Phys., IX (5).
- MIKKOLA, A., 1947: The Vähäjoki iron ore in Tervola, Northern Finland. — Bull. Comm. géol. Finl., N:o 140 (22).
- MÄKINEN, E., 1916: Översikt av de prekambriskas bildningarna i mellersta Österbotten i Finland. — Ibid., N:o 47.
- SIMONEN, A., 1941: Orbicular rocks in Kemijärvi and Esbo. — Ibid., N:o 126 (6).
- WAHL, W., 1936: Om granitgrupperna och bergskedjeveckningarna i Sverige och Finland. — Geol. Fören. Förhandl., 58: 90—101.

Apatitjärnmalmernas differentiation¹

Av

B. ASKLUND

Abstract

Title: *The differentiation problem of the apatite iron ores.*

After giving a comprehensive review of the geology and petrology of the apatite-bearing iron ores, especially the Kiruna type, the author establishes that they are differentiation products of a lower order from special parental rock magmas and eruptive provinces with always recurring distinct chemical characteristics. One of these is the relatively low percentage of silica, marked by the prominent appearance of syenitic rocks in connection with the ores. Another one is the predominance of sodic rocks and other characteristics are increasing percentages of titanium, vanadium, phosphorous and specially of the ferri-oxide component. These facts are shown in a series of diagrams presenting the normative proportions of ilmenite, magnetite, and apatite and showing the An — Or — Ab proportions of the rocks (figs. 4—14). The author claims that these chemical characteristics can be explained as primary magmatic peculiarities of the apatite-bearing rocks belonging to a world-wide magma-type occurring in special areas or provinces of the Earth. This explanation exhibits similarities to the metallogenetic provinces and lines deduced by J. E. SPURR.

A comprehensive investigation into the $\text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{FeO}$ (MgO , CaO) distribution in the apatite ore analyses has shown a close connection with the distribution field of silica-poor, basic $\text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ liquids which are showing the relations of liquid immiscibility opposite to a silica-rich liquid phase as found by J. W. GREIG (1927) and L. BOWEN, J. F. SCHAIRER, and H. W. H. WILLEMS (1930) in their studies of the $\text{O}_2 - \text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ system (figs. 19—29). If we also represent the ore-bearing igneous rocks in the same manner there seems to exist a wide gap of discontinuity in the diagram mentioned: on the one hand the typical magmatic ores, and on the other the silicate rocks. The author is of the opinion that these empiric results afford good ground for the interpretation of the differentiation of the apatite iron ores as being due to liquid immiscibility, as originally proposed by A. G. HÖGBOM (1898) and developed by R. A. DALY (1915). *Ex analogia* the differentiation history of the apatite iron ores affords very good support for the liquation theory with respect to the differentiation of magmatic rocks. These ores also represent an intelligible and evident example of the problem of how the iron-ore-forming solutions of special rock types arise. Their special chemical characteristics, e.g. the occurrence of phosphorous, afford excellent possibilities of following the ore-carrying solutions on their way from the typically intrusive ores to their most distant derivatives. In this way the apatite iron ore group gains a general significance for ore genetics which cannot be overestimated.

Vid författandet av den överblick av de mellansvenska malmerna, som föreligger i RAMSAYS »Geologiens grunder», 3:dje upplagan, 1931, hade föredr. sökt utfinna en princip, som i modern svensk malmgeologisk forskning syntes kunna förena de för övrigt mycket betydande motsatser, som under 1900-talet fram till anförda årtal behärskade tankesätten om de svenska järnmalmernas uppkomsthistoria. Den nämnda princip, som, trots motsatserna i uppfattningen om de olikartade

¹ Referat av föredrag hållet i Geologiska Föreningen den 13 januari 1949.

malmtypernas deponerande, syntes framkomma, var den alltmer generellt omfattade meningen, att malmerna uppenbarligen icke — såsom en tidigare generation föreställt sig med utgångspunkt från ursprungligen neptunistiska betraktelsesätt — kunde vara depositioner från mera normala vittringsförlopp vid jordytan, utan att de måste härstamma från vad vi helt neutralt kunna kalla »lösningar» och sannolikt några mera koncentrerade lösningsfaser från det ena eller andra slaget av våra arkeiska eruptivbergarter själva. Malmerna hade sålunda sitt speciella *differentiationsproblem*, och detta hade av nyare forskning framgått av GEIJERS studier över de lappländska apatitjärnmalmerna (1910), LINDROTHS över de uppländska leptitmalmerna (1916) och SUNDIUS' skildringar över de ometamorfoserade eller föga metamorfoserade sediment- och skarnmalmerna i Grythyttfältets leptitformation (1922).

Om däremot själva avskiljandet av malmmaterialen skett under högmagmatiskt, lågmagmatiskt eller eftermagmatiskt stadium var en fråga, om vilken skilda meningar gjorde sig gällande, och ännu mindre härskade någon enighet om sättet för malmdepositionen — *in situ*, i intrusionsfaser med direkt kristallisation av den koncentrerade malm-lösningen, i metasomatisk form under samtidiga pneumatolytisk—hydrotermala processer, i impregnationsform utan mera betydande omsättning med sidostenen eller genom malm-lösningens sedimentation vid jordytan. Problemet är i huvudsak detsamma ännu i dag, men den malmgeologiska forskningen synes numera dock ha nått flera och allmänt omfattade linjer än förr.

Problemställningen har emellertid återigen förnyats i och med framträdandet av vad man efter engelskt föredöme kan kalla det *emanationistiska* betraktelsesättet, som ju laborerar med ofantliga granitisations- och palingenesprocesser, som även måste intimt beröra malmbildningsproblemen. Detta betraktelsesätt har fått ett visst stöd av den geokemiska forskningen. Gå vi emellertid till ett stadium bakom vad det emanationistiska betraktelsesättet finner utgöra slutprodukterna av de tänkta processerna, så måste vi återfinna tidigare skikt av även malmbildningsprocesser, som också de kräva sin lösning och väl dock i den »klassiska» malmgeologiens anda, vilken förutsätter, att malmdeponerandet skett endast en gång och ej genom upprepade palingena redeponeringsprocesser. Ett i förhållande till dessa primärt malmbildningsstadium måste förefinnas, likaväl som förutsättningen för att en skrift är en palimpsest, ju dock är den, att det finns en äldre skrift inunder!

I fråga om malmmaterialens differentiation från det eruptiva bergartsmaterialen intaga apatitjärnmalmerna en särställning. Redan

malmernas tämligen exklusiva sammansättning — med växlande, ofta höga halter av den för sedimentmalmer sällsynta eller obefintliga fosfor — och malmernas vanliga uppträdande i en omgivning av utslutande eruptiva bergarter, t. ex. Kirunaområdets porfyryr och Minevilledistriktets i Adirondack syenitbergarter, ha predisponerat uppfattningen, att dessa malmer skulle huvudsakligen representera kristalliserade former av koncentrerade malmlösningar, härstammande från omgivande eruptivbergarter.

Men kanske framför allt ha malmernas geologiska uppträdande dock lämnat otvetydiga bevis för att malmlösningarna i detta fall haft ett magmatiskt »liv» och likt verkliga eruptivbergarter också uppträtt eruptivt. Föredr. visade GEIJERS kända bild av malmbreccian från Tuolluvaara, vilken ger ett för en geolog oförtydligt och så väsentligt resultat, att malmen likt en eruptivbergart, en magma, genomträngt och splittrat den redan fastvordna kvartsporfyr. Föredr. själv hade från sitt besök på platsen, vid vilket han hade förmånen av dåv. statsgeologen GEIJERS ciceronskap, vunnit ett outplånligt intryck av ett geologiskt faktum, som sedermera gjort, att han upptagit hela apatitjärnmalmgruppens differentiationsfråga till ett led i sina mera omfattande studier över bergarternas differentiation och kristallisation. Under senare tid vunna resultat från den experimentella mineralforskningen hade i den kommande skildringen konfronterats med den rikhaltiga kunskap, man tack vare de talrika svenska praktiska malmanalyserna numera hade om apatitjärnmalmernas kemi, och resultaten därav syntes giva en djupare förståelse av de kemisk-fysikaliska förloppen vid malmmateriallets utdifferentiering från moderbergarts-magman.

I en refererande skildring gav föredr. en överblick av världens apatitjärnmalmer, en skildring, som till större delen byggde på GEIJERS sammanfattning över den malmtyp, som benämnts *Kirunatyp* (J. H. L. VOGT 1927, GEIJER 1931). Översikten omfattade Kiruna och Gällivare, Bergslagens apatitjärnmalmer av Grängesbergstyp m. fl., de ryska fosforjärnmalmerna av typen Gora Blagodat, de amerikanska malmerna från Adirondack och Missouri m. fl. samt Cerro Mercado i Mexiko. Särskilt uppehöll sig föredr. vid de många viktiga nya iakttagelser, som genom GEIJERS studium av de chilenska förekomsterna bragts i dagen. Av nyare litteratur refererades bl. a. kongressguiderna från Amerika (1932—33) och Ryssland (1937), som var för sig innehålla viktiga nybeskrivningar.

För den följande problembehandlingen må några geologiska data här sammanfattas.

Av den bild, GEIJERS framställning av år 1919 lämnade om de geologiska händelseförloppen vid Kirunafältets bildning, kunde man i förning med SUNDIUS' skildringar av dess södra del återfinna följande malmgenerationer:

1. *Magnetitsyenitporfyrier och apatitjärnmalm* ingående som rullstenar och fragment i Kurravaarakonglomeratet; bägge bergartsslagen tydligen bildade i nära sammanhang med albitofyrier och syenitporfyrier av liknande typ som den av syenitporfyr bestående liggväggen till stora malmen.

2. *Magnetitsyenitporfyr och malmutsöndringar knutna till liggväggs-porfyren* och samtidiga med denna: förekomsterna vid Nokutusjärvi och Syvjärvi (se GEIJERS karta av år 1910).

3. *Stormalmen*, stående i närmaste förband med den i synlig mätto obetydliga rekurrens av komplexen syenitporfyr—kvartsporfyr, som framträder i form av syenitporfyrgångar och granofyrgångar i malmliggandet, av vilka syenitporfyrgångarna äro relativt äldre och granofyren är relativt yngre än malmen.

De viktiga iakttagelserna visa, att malmmaterialets silikatiska modernagma haft en lång existensperiod med rekurrens i uppträdandet på motsvarande sätt som mer eller mindre identiska bergarters rekurrens i yngre effusivserier, t. ex. andesiter—basalter—lipariters rekurrens i den nord- och sydamerikanska kordillerans ytbergartskomplexer. Även om detaljerna ännu äro ofullständigt kända i de förlopp, som betingat bildningen av de metasomatisk-pneumatolytiska apatitjärnmalmerna av impregnationstyp i Kirunaförformationernas yngre sedimentavdelningar av »undre Haukityp», så framstår likväl klart det nära förbandet mellan de eruptivt uppträdande rikmalmerna och anförda impregnationsmalmer, som bildats mycket närmare jordytan eller vid denna av volatilirika malmlösningar.

Gällivarefältet, som återgavs efter GEIJERS monografi av år 1930 representerar den skarnrika fasen av Kirunatypen med omfattande substansutbyten mellan uppenbart mera volatilirika och sannolikt även primärt mera silikatrika malmlösningar.

Beträffande de mellansvenska apatitjärnmalmerna refererade föredr. HARALD JOHANSSONS ledande indelning för rikmalmerna. I synnerhet genom LOOSTRÖMS undersökning av Lönnfallet hade det klargjorts, att ej heller rikmalmerna i Grängesbergfältet kunde uppfattas som differentierade *in situ*, utan även här vore de tydligen intrusivkroppar i omgivande natronleptiter. Genom MAGNUSSONS nyare utredningar hade observationer av stort intresse tillkommit över de gångformiga porfyr—amfibolitbergarter, som förekomma inom Exportfältet. De

tillhöra leptitformationen och bära flera speciella kemiska drag, bl. a. järnikedomen, visande på samhörigheten med de silikatbergarter, som få förmodas ha utgjort malmernas moderbergarter. Genom anförda utredningar hade man också fått en klarare bild av även rikmalmernas karaktär av ett slags skarnmalmer, som givit upphov till omfattande skarnimpregnationer i omgivande silikatstenar. Ävenså hade man erhållit nya begrepp om fosformalmmaterialiets omfattande, impregnationsartade spridning ut i omgivande leptitberggrund eller i stråk av denna, där kvarts-fältspatblandade och magra malmer bland annat tydas som impregnationer i ursprungligen tuffartade leptiter (Risbergsfältets liggande, Gudmundbergsfältet, de lagerartade Ormbergsfältmalmerna m. fl.). Tydningen av dessa malmer står nära den, som givits beträffande flera av de fosforfattigare impregnationsmalmerna i resterna av Grenville-serien inom Adirondacks stora eruptivfält (NEWLAND och KEMP 1908).

Idkerbergsfältets rikmalmer erbjuda enligt SUNDIUS' tolkning (1944) särskilt intresse därigenom, att de synas vara differentierade *in situ* och i en i förhållande till övriga apatitjärnmalmer avvikande silikatbergartstyp, nämligen fältets järnrika amfibolit, vilken vanligen helt omsluter malmkropparna.

Uralmalmerna ha erhållit en värdefull nybeskrivning av VERA DERWIES i kongressguiden (1937). I fråga om Gora Blagodat (fig. 1), som står Kirunatypen närmast, skildras rikmalmstypen med dess gångart av övervägande pyroxen och apatit samt spinell och den anmärkningsvärda »fläckmalmen» — ospennye rudy — med dess rundade, mer eller mindre jämnt fördelade ortoklaskorn. Beträffande de till Uralmalmerna knutna eruptivbergarterna, syeniter av växlande slag, särskilt augit-syeniter, har man ännu ej några helt tillfredsställande petrografiska nybeskrivningar eller analyser, varför A. G. HÖGBOMS skildringar från 1898 ännu bäst karakterisera bergarternas petrografi. De synas knappast utgöra några extrema alkalibergarter med övervikt för endera fältspatslaget, utan snarast stå de Kirunasyeniterna närmast, sålunda med en viss övervikt för natronfältspat.

I fråga om de amerikanska fyndigheterna har något nytt knappast framkommit beträffande Adirondacks många arkeiska apatitjärnmalmer, såsom de skildrats av D. H. NEWLAND och J. F. KEMP (fig. 2) samt P. GEIJER (1914). Mineville-distriktets koncentrerade malmer, bildande intrusionsartade kroppar i omgivande syeniter, stå tydligen de svenska Lapplandsmalmerna närmast. Impregnationsmalmer, förekommande i den med vår leptitformation jämförliga Grenville-serien, synas genom sin fosforhalt äga nära sammanhang med de eruptiva malmerna, utgörande pneumatolytisk-metasomatiska parallellformer

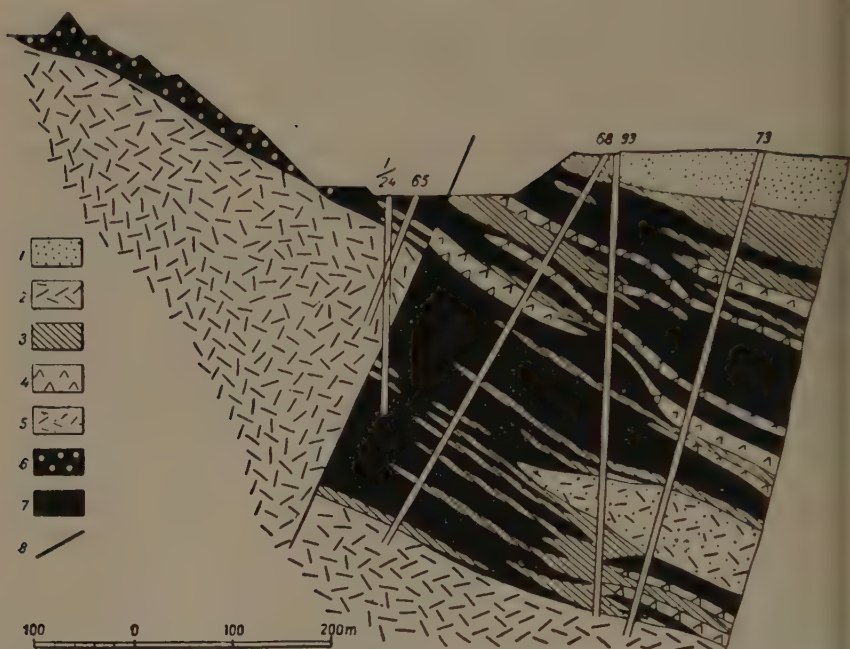


Fig. 1. Profil genom Gora Blagodat enligt V. DERWIES 1937. 1. Lösa avlagringar. 2. Epidot-granatbergarter i malmens liggande. 3. Metamorfoserade vulkaniska sedimentbergarter. 4. Syenitporfyrier. 5. Inlagringar av epidot-granatbergarter. 6. Fläckmalm, »ospennnye rudy». 7. Magnetitmalm med granat. 8. Förkastning.

Geological section across Gora Blagodat. After V. DERWIES 1937. 1. Eluvium and alluvium. 2. Epidote-garnet rocks of the foot wall. 3. Metamorphosed sedimentary volcanic series. 4. Syenite-porphyrries. 5. Interbeds of epidote-garnet rocks. 6. »Ospennnaya» (spotted) ore. 7. Magnetite ore with garnet. 8. Fault.

till dem. De äro mer eller mindre skarnmineralhaltiga och visa ofta framträdande förekomst av rent pneumatolytiska mineral, såsom fluss-spat, vilket mineral ävenså kan vara vida spritt i de malmförande eruptivbergarterna själva.

Medan vi beträffande malmerna i huvudsak endast ha att tillgå äldre skildringar med delvis mycket ålderstigna analyser, föreligger nu i fråga om Adirondacks karakteristiska eruptivbergartsserie av grönstenar, anortositer, syeniter (liknande de lappländska) och graniter en ganska enastående skildring, nämligen A. F. BUDDINGTONS stora monografi: »Adirondacks igneous rocks and their metamorphism» av år 1939, vilken beroende på kriget först under förra året anlände till våra bibliotek. Den innehåller bl. a. omkring 150 merendels mycket goda analyser av de skilda eruptivbergarterna, vilket betyder, att Adirondacks karakteristiska malmförande eruptivbergartsprovincs är

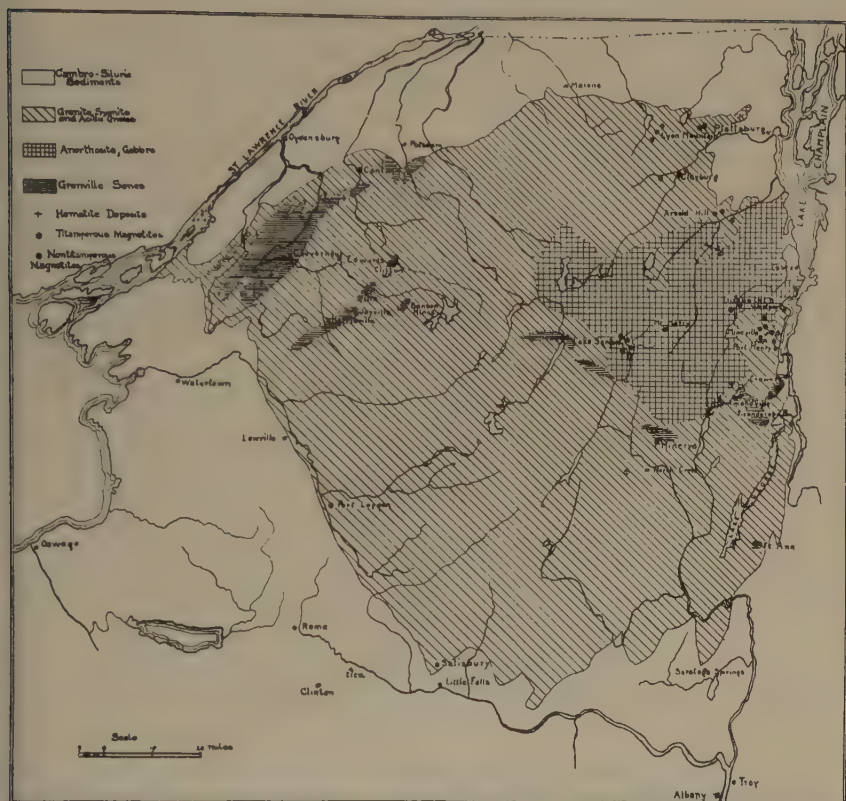


Fig. 2. Adirondacks eruptivprovins och järnmalmförekomster. Efter D. H. NEWLAND 1908.

Adirondack igneous rocks and occurrences of iron ores. According to D. H. NEWLAND 1908.

den kanske bäst kända i världen. För den följande skildringen spelade analysserien en viktig roll.

Missouris ävenledes arkeiska apatitjärnmalm hade blivit nybeskrivna i kongressguiden (M. C. LAKE, EDW. STEIDTMANN 1932). De uppträda i ett begränsat arkeiskt dom-område, beläget några mil SV om St: Louis, och bestå av väsentligen syenitporfyrier och kvartssyenitporfyrier, ofta betecknade som andesiter eller andesitporfyrier. I det kända Iron Mountain, som av många svenska geologer jämförts med Lapplandsförekomsterna, uppträder malmen med oregelbundna former i andesiten (fig. 3). Apatitjärnmalmen synes vara så gott som identisk med våra amfibolförande malmer, med tremolitiskt hornblände och apatit som gångart. I fråga om malmens uppkomst är värt att notera, att den synbarligen först av alla fosforjärnmalm tolkades som en erup-

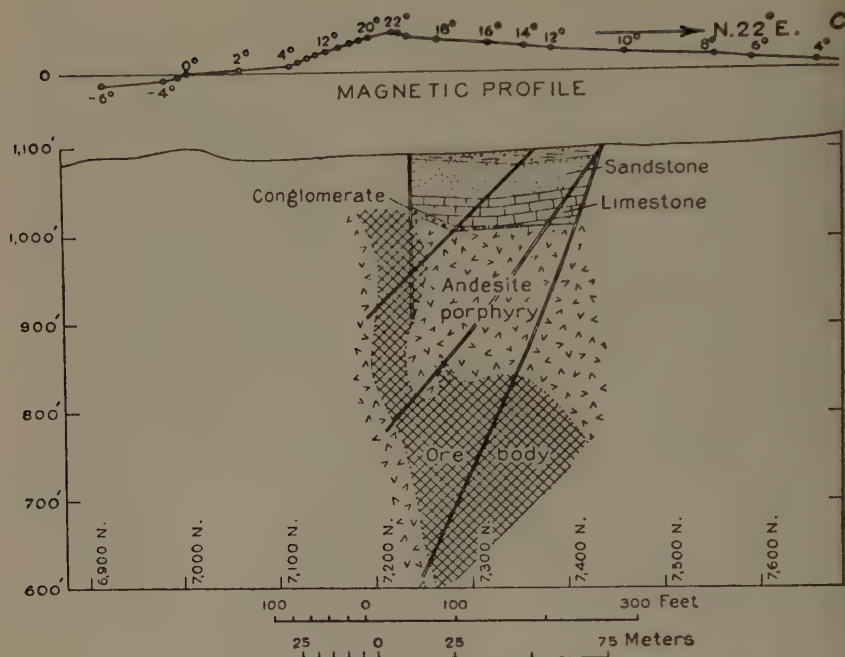


Fig. 3. Vertikalprofil genom Iron Mountain, Missouri. Efter M. C. LAKE 1932.
 Vertical section through Iron Mountain mine, Missouri. According to M. C. LAKE 1932.

tivbildning, nämligen av J. D. WHITNEY år 1854. GEIJER jämför fyndigheten närmast med Tuolluvaara. Av annan typ är den mycket omtalade Pilot Knob, som enligt samma auktor mycket nära svarar mot undre Haukiseriens blodstensmalmer i Kiruna.

Den nord- och sydamerikanska kordillerans apatitjärnmalmer uppvisa nära förband med mycket skilda bergarter av bergskedjans effusiv- respektive intrusivserier. Förekomsten Barth i Nevada har en sannolikt ursprunglig magnetitmalm i effusiv hyperstenandesit (GEIJER 1931). Mexikos Cerro Mercado är ett tertiärt vulkanberg, bestående av latiter och kalirika ryoliter (SALINAS 1923, 1948). I effusivbäddarna förekomma de grovkristalliniska martitiserade magnetitmalmerna med kontaktzoner av malmbreccior och även utskiljning av pyroxenmassor, som möjligen delvis bilda skarnbreccior liknande Gällivare-fältets.

De chilenska apatitjärnmalmen, som i huvudsak även torde vara av tertiär ålder, synas delvis vara bundna till verkliga djupbergarter, såsom Tofo-förekomsten, en finkristallin magnetitmalm med något amfibol och apatit som gångart, förekommande i Andengranit av plagioklasrik typ med låg kvartshalt och kalihalt. Förekomsten Algarrobo i provinsen Atacama, vilken fyndighet för övrigt synes vara den största,

bildar med all sannolikhet en gångintrusion i omgivande granodiorit. I de centrala delarna av malmfältet är huvudmassan av den malmförande bergarten ett agglomerat med fragment av bland annat en extremt plagioklasrik magnetitsyenitporfyr, mycket lik de svenska magnetitsyenitporfyrearna, med sent kristalliserad magnetit i förhållande till de idiomorfa plagioklaskornen. Massiva andesiter, ävenledes natronrika, förekomma i fältet, förande hög magnetithalt i grundmassorna, vilka sannolikt även innehålla rester av bergartsglas. Malmens likhet med Kirunamalmen är enligt GEIJER fullständig. Tolkningen är komplicerad. Så mycket är dock tydligt, att malmen representerar en eruptivkropp, som stelnat på mycket ringa djup (GEIJER 1931). Förekomsten Ojos de Agua är möjligen en direkt fortsättning av Algarrobo. Sidostenen är delvis en natrontrakyt och malmen en grovkristallin martitmalm med 2—3 mm stora korn. Den innehåller något tremolit och apatit, vilken senare ofta är mycket grovkristallinisk och intar mer än 50 % av malmmassan.

Man får av GEIJERS skildring intrycket, att ett detaljstudium av Atacamaförekomsterna med all sannolikhet skulle i alla kompletterande detaljer, utöver vad de norrländska förekomsterna ha att giva, i sin helhet kunna definitivt giva lösningen till de genetiska problem, som äro förknippade med apatitjärnmalmgruppens rena eruptivmalmer.

Den anförda översikten av apatitjärnmalmernas geologisk-petrografiska förhållanden är givetvis endast en skumning av några av de viktigaste resultaten. En mängd förekomster av mindre betydelse ha fått utelämnas: de norska, ett stort antal amerikanska och jämväl den parallellgrupp av apatitjärnmalmer, som äro knutna till nefelinsyeniter och med dylika nära besläktade bergarter. De representera en annan malmtyp. Vår översikt har fått begränsas till Kiruna—Grängesbergstyperna i stort och väsentligen till rikmalmer av närmast primär typ samt i någon mån med dem förbundna »utspädda» malmer. Med *rikmalmer* menade föredr. i förevarande sammanhang sådana, där den ursprungliga malmlösningen så när som på en obestämbar del av den ursprungliga volatilhålden är fullständigt eller nästan helt bevarad i form av den kristalliserade malmen. Med »utspädda» malmer avses å andra sidan sådana, där malmlösningarna förenat sig med sidostenen antingen till partiella skarnmalmskomplexer eller impregnationer med eller utan metasomatisk förträngning av sidostenen. Om slutligen de malmavsättande lösningarna i några fall verkligen nått jordytan och bildat otvetydiga *sedimentmalmer* är ännu en öppen fråga, men osannolikt synes det ej vara beträffande åtskilliga, möjligen primärt skiktstruerade apatithaltiga järnmalmer med väsentligt innehåll av kvarts-material resp. annat sedimentmaterial.

Det faktum, att apatitjärnmalmerna sålunda synas spänna över ett så brett fält av malmgenetiken — från otvetydiga eruptivmalmer över pneumatolytisk-hydatogena malmbildningar måhända ända fram till sedimentmalmer — medför, att deras differentiationshistoria varken kan eller bör uppfattas som ett mycket trångt parti av malmgenetiken; tvärtom ge oss deras kemiska karaktärsdrag, främst då fosforrikedomen, ganska enastående möjligheter att med större säkerhet än i fråga om de fosforfattiga eller fosforfria malmerna så att säga följa malmlösningarna på deras svårtolkade vägar till olika depositions- och miljötyper. I detta fall få apatitjärnmalmerna en generell betydelse av största intresse både för malm- och bergartsgenetiken. Fosfor är som ett ledfossil för en lagerserie!

Likaledes betydelsefull är den speciella malmgruppens världsvida spridning och anknytning till petrologiskt sinsemellan närbesläktade eruptivbergartsprovinser, fixerade från de äldsta arkeiska skedena ända fram till den tertiära vulkanismens tid.

Om vi därmed återvända till utgångspunkten för denna framställning, apatitjärnmalmernas differentiation, så framgår av de anförda exemplen, att apatitjärnmalmgruppen lämnar de mest otvetydiga anvisningar om att det malmbildande materialet, som vi fortfarande helt neutralt vilja beteckna som »malmlösningar», i koncentrerad form på ett eller annat sätt avskilts från en silikatbergart. Om denna varit en smälta eller en kristalliserande lösning, må för ögonblicket lämnas därhän, men så långt kan en slutsats dragas, att apatitjärnmalmerna i anförda avseende uppenbarligen bilda en parallell men ej en direkt motsvarighet till de nickelhaltiga magnetkismalmerna respektive titanjärnmalmerna. De förras differentiationssätt är även experimentellt fastställt att vara en likvationsföreteelse, alltså en separation av en malmmagma från en silikatbergartsmagma i det flytande stadiet, medan den senare gruppens differentiationssätt är hittills i varje fall experimentellt ouppklarat.

Innan kärnproblemet i fråga om apatitjärnmalmernas differentiation upptages, är det anledning att överblicka deras speciella kemiska särdrag i jämförelse med de anslutna eruptivbergarternas. Finnes en tydlig blodgemenskap mellan malm och silikatbergart, eller är det påtagliga förbandet mellan dem av tillfällig art?

Karakteriserande för malmgruppen är ju främst *fosforhalten*, och såsom nämnts kan denna liksom ett ledfossil användas vid avskiljandet av malmgruppen även i de tvivelaktiga gränssfall, där malmform och malmvavgränsning icke i övrigt giva tillräckliga skäl för t. ex. enskilda skarnmalmers eller impregnationsmalmers isärhållande från »vanliga» malmer. Liksom fosforhalten utgör en genomgående *något förhöjd titan-*

halt i jämförelse med andra malmer, naturligtvis icke verkliga titanjärnmalmer, ett karakteristikum. LANDERGRENS omfattande geokemiska utredningar (1943, 1948) giva därvid en bestämd anvisning, även om titan endast bestämts i de magnetiska mineralfraktionerna. Apatitjärnmalmen visa sålunda en väsentligt högre halt av titan än övriga järnmalmer: i Mellansverige 0,17 % mot 0,01—0,025 % i kvartsrandiga malmer, skarnmalmer och kalk-dolomitmalmer (gruppen icke randiga kvartshaltiga malmer i detta sammanhang utelämnad, emedan den bl. a. inbegriper Pershyttetypen; en mera detaljerad underindelning måste här företagas), alltså 7—17 gånger högre titanhalter. Apatitjärnmalmen i norra Sverige innehålla 0,19 % titan, alltså 7—19 gånger högre halter än i nämnda malmer.

LANDERGRENS utredningar ha även på ett betydelsefullt sätt visat, att *vanadinhalten* i allmänhet företer ännu mera kraftiga motsättningar. Den är i de mellansvenska apatitjärnmalmen 0,14 och i de nord-svenska 0,13 % eller omkring 10—19 gånger högre än i förutnämnda mellansvenska malmer från fosforfattiga eller fosforfria malmområden (0,001—0,01 %, med 2 undantag enl. LANDERGRENS 126 bestämningar).

I det följande betraktas, huru vissa grundämnen, även de anförda, fördela sig i de bergarter, som på grund av fältsammanhanget kunna förmodas vara apatitjärnmalmen moderbergartsserier. Serierna få därvid omfatta ej endast sura respektive alkalina bergarter utan även samhöriga grönstens- och (eventuella, sparsamt förekommande) dioritbergarter. I fråga om vanadinhalten föreligga tyvärr alltför sporadiska uppgifter, varför denna nu får lämnas utanför betraktandet. De följande bilderna utgöra en mycket enkel statistisk schematisering, utförd på så sätt, att *alla* till apatitjärnmalmfälten hörande eruptivbergarter projicerats med sin viktsprocentiska kiselsyrehalt enligt analyserna som abscissa och den från analyserna beräknade normativa (viktsprocentiska) halten av respektive *ilmenit* ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$), *magnetit* ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) och *apatit* som ordinata. Beräkningen av dessa mineralhalter har på vanligt sätt utförts enligt det kvantitativa systemets grunder med analysens TiO_2 -, Fe_2O_3 - och P_2O_5 -halter som utgångspunkt. I varje diagram äro som jämförelse införda motsvarande normativa mineralhalter från en typisk svensk vanlig grönstens-granitbergartsserie, den av födr. skildrade subalkalina sviten från Stavsjöområdet på Kolnården (ASKLUND 1925), vilken representerar den hittills föreliggande utförligaste analysserien av dylika bergarter från ett begränsat svenskt granit-grönstensfält, där dessutom detaljerade fältundersökningar avgränsat alla förekommande bergartstyper inom differentiationssviten.

En diagramgrupp utgör Kiruna—Gällivare, en annan Mellansverige (fig. 4 och 5).

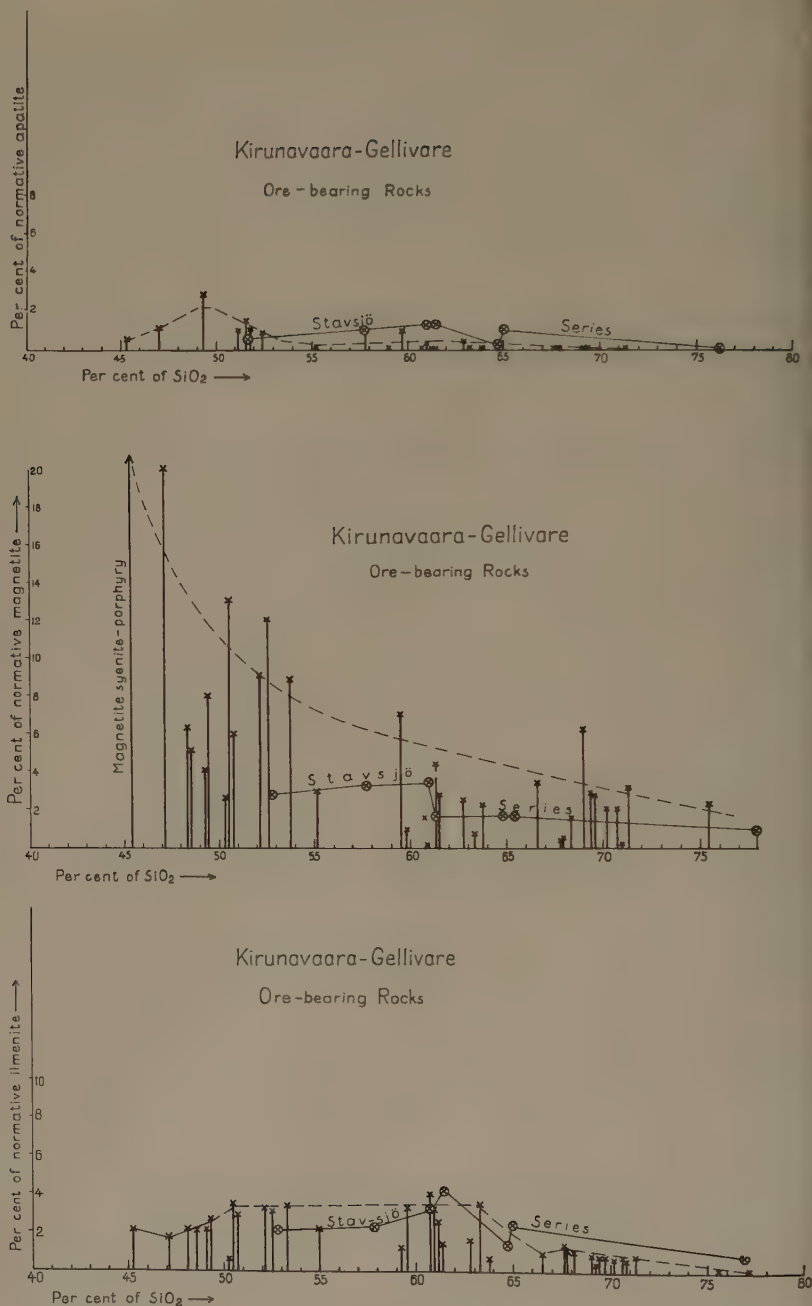


Fig. 4. Fördelningen av normativ ilmenit, magnetit och apatit i bergarterna från malmfälten vid Kiruna och Gällivare. Analyser efter A. G. HÖGBOM, P. GEIJER och N. SUNDIUS. The distribution of normative ilmenite, magnetite, and apatite of the rocks from the iron ore fields of Kiruna and Gällivare. Analyses from A. G. HÖGBOM, P. GEIJER, and N. SUNDIUS.

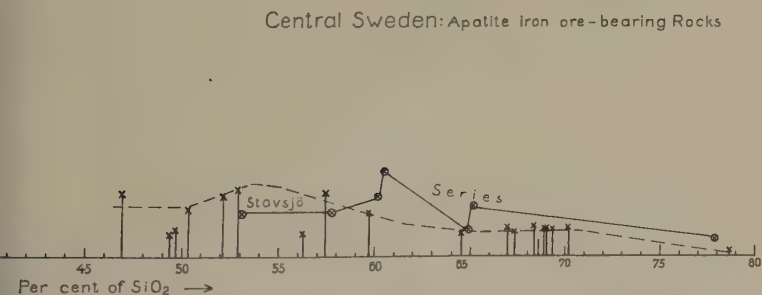
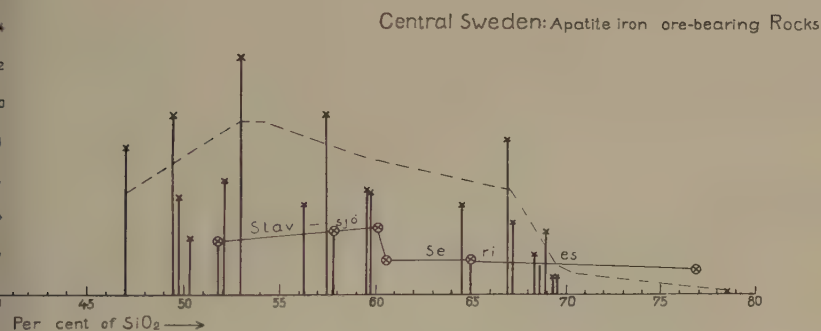
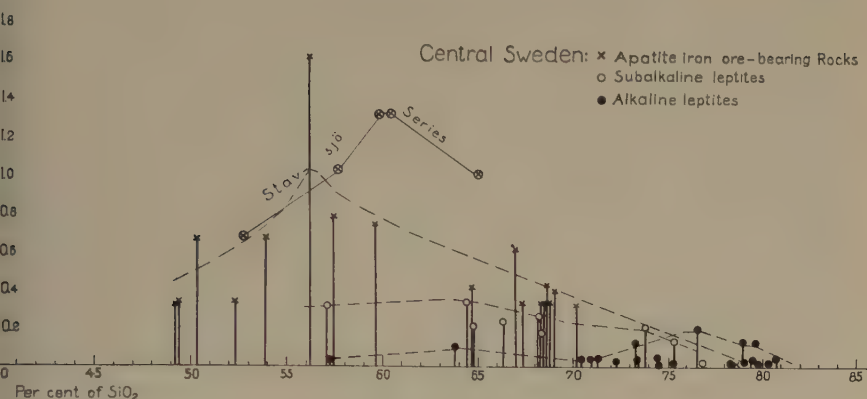


Fig. 5. Fördelningen av normativ ilmenit, magnetit och apatit i bergarterna från apatit-järnmalmfälten i Bergslagen. Analyser efter H. E. JOHANSSON, N. SUNDIUS och N. H. MAGNUSSON.

The distribution of normative ilmenite, magnetite, and apatite of the rocks from the apatite iron ore fields of Central Sweden. Analyses from H. E. JOHANSSON, N. SUNDIUS and N. H. MAGNUSSON.

Beträffande Kiruna—Gällivare erhållas följande resultat:

1. *Kiselsyrehalten* i den malmförande bergartsserien når sitt absoluta maximum vid en jämförelsevis låg halt, 68 à 72 %; högre halter förekomma endast i enstaka, kvantitativt mycket obetydliga differentiat, granofyrerna. GEIJER har påpekat det intressanta förhållandet, att verkligt kvartsströmkornförande effusivbergarter i området ha en mycket ringa utbredning, endast en hundradel av de icke kvartsförande »kvartsporfyrernas» utbredning. Hela serien har en tydlig syenitisk, kiselsyrefattig prägel.

2. *Titanhalten* visar i jämförelse med vanliga svenska eruptivserier en ökning om c:a 50 %, när det gäller grönstens- och syenitavsnitten av variationsspektret. Därefter faller titanhalten i de surare leden hastigare än i en vanlig eruptivserie.

3. *Magnetithalten* visar i alla silikatbergarterna en mycket väsentlig ökning i förhållande till en vanlig subalkalin bergartsserie. Den är i genomsnitt dubbelt så stor.

4. *Apatithalten* visar för de basiska alkalina spaltprodukterna, som via magnetitsyenitporfyrerna stå närmast malmerna, en högst väsentlig ökning, 2—3 gånger högre än i en normal serie.

De anförda titan-, magnetit- och apatithalterna angivas schematiskt med streckade »trend»-kurvor i diagrammen; analysuppgifterna äro alltför få för beräkning av verkliga medeltal.

I fig. 6 har magnetitfördelningen i även den *lappländska djupbergartssviten* schematiskt angivits; även här är den väsentligt högre än i en vanlig svensk subalkalin differentiationsserie.

I fråga om Mellansveriges apatitjärnmalmförande berggrund framträda likartade förhållanden:

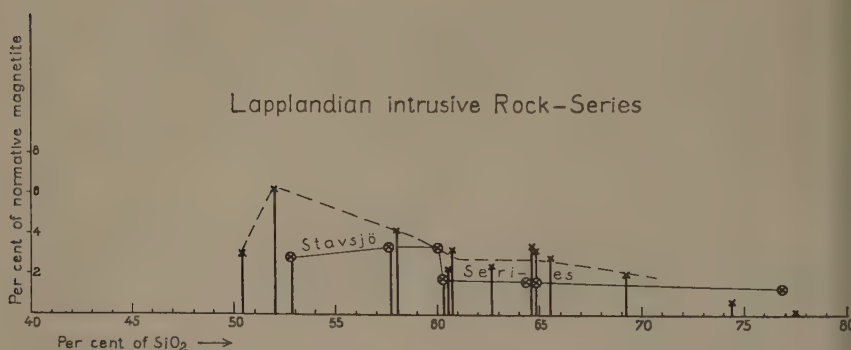


Fig. 6. Laplands intrusivbergarter, normativ magnetithalt. Analyser efter P. GEIJER. The distribution of normative magnetite of the Laplandian intrusive rock series. Analyses from P. GEIJER.

1. *Kiselsyrehalten* är icke särskilt hög, den slutar vid 67 à 70 %, visande att hela den fosformalmförande berggrunden i Bergslagen genomgående är något kvartsfattigare än de parallella leptitbergartsserierna utan apatitjärnmalm. Förhållandet är påpekat av HARALD JOHANSSON (1910).

2. *Titanhalten*. Ökat den apatitjärnmalmförande berggrundens i förhållande till de subalkalina eruptivserierna långt mer framträdande alkalina prägel, sålunda med generellt lägre anorthalter, visar den i genomsnitt ungefärligt samma titanhalter som dessa. En bestämd titananrikning föreligger i fråga om områdets intermediära bergarter, gångbergarterna av porfyrit-(andesit)-typ. I jämförelse med Mellansveriges alkalina leptitområden föreligger en mångdubbling av titanhalten.

3. Beträffande *magnetithalten* föreligger en stegring av nästan samma storleksordning som i den lappländska malmförande berggrunden. I synnerhet visa gångamfiboliterna från Grängesberg och Idkerberget (analyserna av de senare delvis meddelade av Dr N. SUNDIUS) en framträdande stegring.

4. *Apatithalten* är lika eller mindre i förhållande till den normala subalkalina sviten, men visar en mycket avsevärd ökning i jämförelse med de vanliga *alkalina* leptitserierna i Bergslagen (vilka i detta sammanhang tagits som jämförelsematerial).

En motsvarande granskning för Adirondacks apatitjärnmalmförande bergartssviter är av högst betydligt intresse, emedan det stora analysantalet (jfr s. 132) här medger beräklandet av medeltal för de av BUDDINGTON anförda bergartsgrupperna. Resultaten bliva i korthet (fig. 7):

1. *Titan* visar en karakteristisk trendkurva: ett utpräglat maximum för de mera extremt basiska gabbrobergarter, som ha utsöndringar av titanjärnmalm. De mera normala, »neutrala» gabbbrorna markera däremot ett utpräglat minimum med omkring 2 % ilmenit. Därefter stiger ilmenithalten upp till omkring 5 % i de vittutbredda basiska syeniterna, till vilkas områden apatitjärnmalmerna äro knutna.

2. *Magnetitens* fördelning är likartad: ett framträdande maximum för de basiska gabbbrorna med titanjärnmalm, ett minimum för de neutrala gabbbrorna och ett nytt framträdande maximum för den malmförande syenitserien (7 % magnetit). Intrusivmalmernas lokalt stora magnetitöverskott suppleras av ett markerat magnetitunderskott i anknutna silikatbergarter, vilkas malmhalt tydligen i dessa fall ganska kvantitativt avdifferentierats.

3. *Apatithalten* visar en nästan exakt likartad trend; ett maximum för de mafiska gabbbrorna, ett minimum för de normala, noritiska grönstenarna och ett nytt maximum för de malmförande syenitporfyreerna.

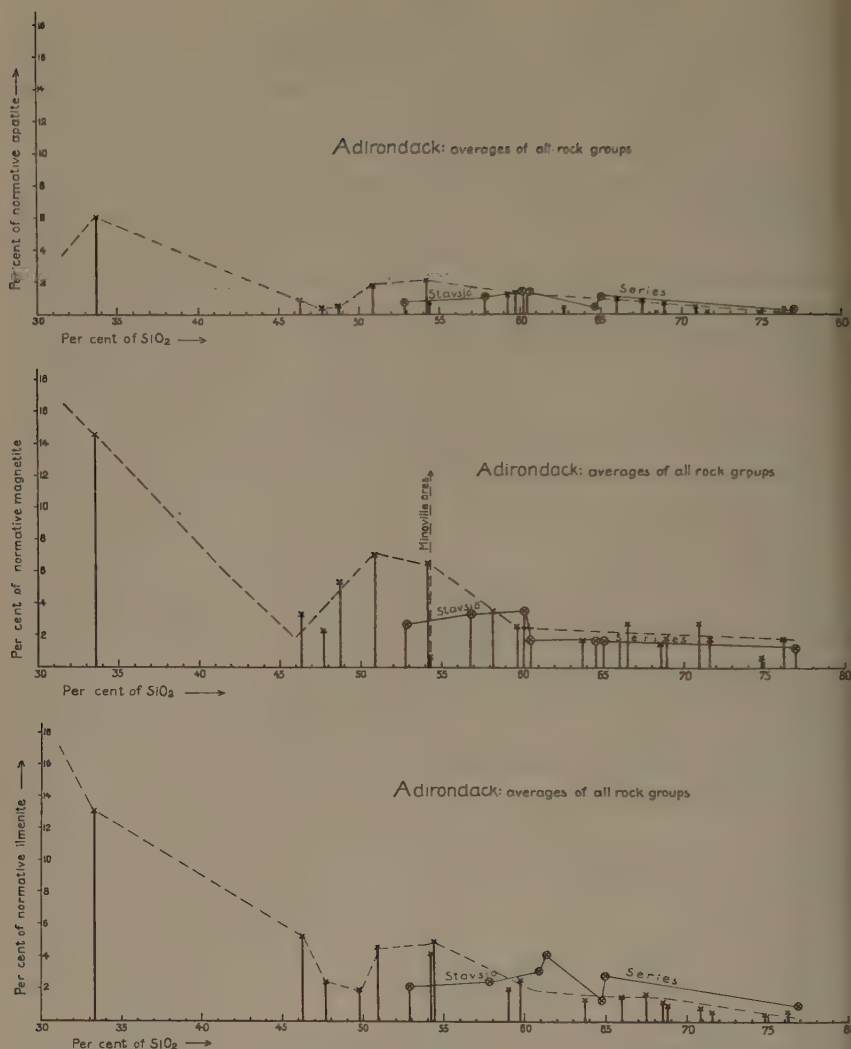


Fig. 7. Fördelningen av normativ ilmenit, magnetit och apatit i bergarterna från Adirondacks eruptivbergartsprovins. Enligt analyser sammanställda av A. F. BUDDINGTON 1939.
The distribution of normative ilmenite, magnetite, and apatite in the Adirondack igneous rocks. Analyses collected by A. F. BUDDINGTON 1939.

Den anförda kemiska fördelningen, som i stort äger giltighet även för övriga apatitjärnmalmfält i världen, vilkas publicerade analysmaterial är alltför ringa för en jämförlig prövning, ger ett entydigt resultat. Malmernas elementfördelning äger en avgjord motsvarighet i deras moderbergarters elementfördelning, och, som flera forskare framhållit,

närskar en otvetydig blodsgemenskap mellan malm och silikatberggrund. Det är av betydelse att notera, att denna »consanguinity» sträcker sig inte endast till malm och närmaste sidosten av syenitisk eller kvarts-syenitisk sammansättning, utan jämväl över till fältens basiska differentiationsprodukter, dock förskjutna i samband med de speciella differentiationsförlopp, som betingat dessas avskiljande. Om man alltså från »emanationistisk» synpunkt vill tänka sig malmmaterialet så att säga sekundärt absorberat av magmabergarterna, blir man nödgad att jämväl tänka sig det palingena malmmaterialet homogent spritt i en uppkommen silikatisk stammagma, som sedermera undergått successiva differentiationsförlopp efter ett tämligen normalt schema!

Det är nu vidare en angelägen uppgift att söka utröna, om den för anförda grundämnena funna parallellutvecklingen för de geografiskt vitt skilda, fosformalmrika eruptivbergartsprovinserna sträcker sig över även andra mineralgrupper i bergarterna. Av de omfattande undersökningar i nämnda avseende, som föredr. företagit, betraktades vid detta tillfälle endast de ternära fältspatblandningarnas fördelning, såsom dessa beräknats från sistnämnda områdets bergartsanalyser. Följande grupper äro i de illustrerande diagrammen representerade var för sig: 1) Kiruna, 2) Gällivare, 3) Lapplands intrusivserie, 4) Mellersta Sveriges apatitjärnmalmförande berggrund och 5) Adirondacks eruptivsvit (fig. 8—12). Som jämförelse med en normal subalkalin grönstensgranitserie anføres ånyo Stavsjö—Kolmårdsserien och även ett diagram över västra Sveriges gnejsformation enligt HARALD JOHANSSON (1924, fig. 13—14).

Vid en granskning av de särskilda karaktärsdrag, som gemensamt känneteckna de svenska apatitjärnmalmförande områdena, är att framhålla natronrikedomen. Den framträder mest pregnant i fråga om *Kirunaområdet* och här givetvis mest beträffande porfyrbergarter av skilda slag. Men även Kirunagrönstenarna äro i detta avseende anmärkningsvärda. I ett intresseväckande meningsskifte mellan GEIJER och SUNDIUS (1916) har denna fråga varit under debatt — frågan, om natronrikedomen vore sekundär genom en omfattande *albitisering* med utvecklande av t. ex. albitofyrer genom en natronaddition, som vore jämförlig med adinobildning (GEIJER 1916). Föredr. hänvisade till denna diskussion och anslöt sig närmast till SUNDIUS' slutliga uppfattning (1930), att natronrikedomen beträffande fältets grönstenar är ett primärt drag. Den säregna uppdelningen i extrema natron- respektive kalibergerter saknas ju ej heller inom detta malmfält, manifesterad genom SUNDIUS' fynd av ortofyrer bland Kurravaarakonglomeratets rullstenar och GEIJERS iakttagelser av en alkaliuppklyvning i gångbergarter från Tuolluvaara. Analysmaterial saknas dock, och observationerna

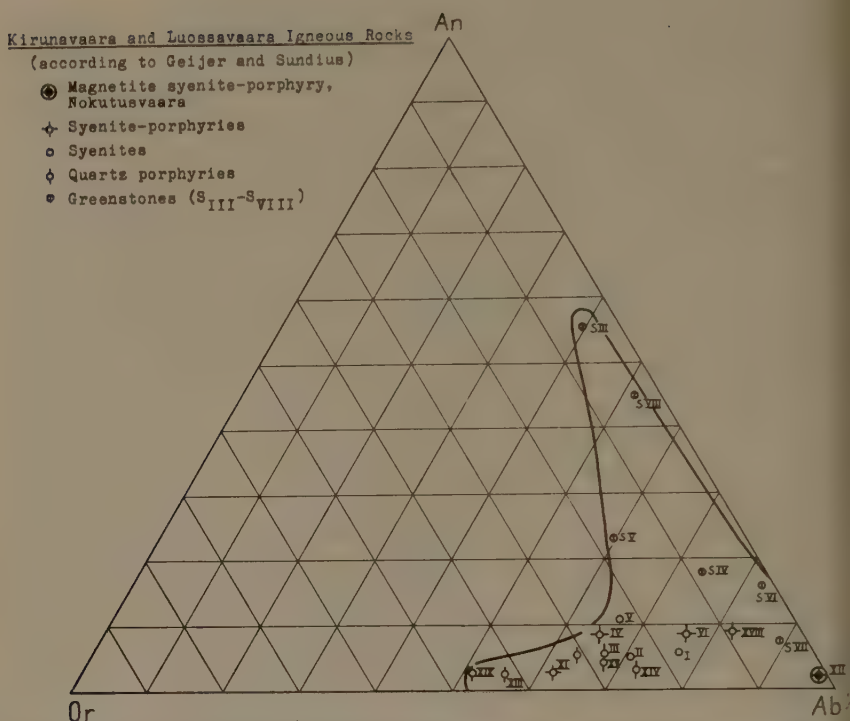


Fig. 8. De ternära fältspatblandningarnas variationsområde inom Kirunatraktens bergarter.

The distribution area of the ternary feldspar mixtures of the Kiruna ore-bearing rocks.

ändra icke det faktum, att magmaprovinsens tyngdpunkt är starkt förskjutet åt natronsidan i jämförelse med de vanliga svenska intrusivserierna eller subalkalina eruptivserier i gemen.

Gällivareområdet ger i stort samma bild, men en längre driven alkaliuppdelning. Direkta motsvarigheter till Kirunagrönstenarna saknas där.

De fosformalmförande områdena i *Bergslagen* visa ett något vidgat variationsområde för basiska amfiboliter. Rent alkalina leptiter saknas, och vid triangelbasen uppträder ett tomt område, som motsvaras av de alkalina terrängernas leptiter—porfyrier, av t. ex. Grythytte—Persbergs-Långbanstyp, Norberg m. fl., vilka sakna apatitjärnmalmer. (Analysuppgifter från H. E. JOHANSSON 1910, N. H. MAGNUSSON 1938 och opublicerade uppgifter från H. E. JOHANSSON och N. SUNDIUS material.)

Såsom framgår av fig. 10, belysande *Lapplands intrusivbergarter* bibehålla även dessa i viss mån den natronrika prägeln, ehuru bortsett från den kvantitativt obetydliga, rena albitgranofyren från Masugns

Gällivare Igneous Rocks

(according to Högbon and Geijer)

- ⊕ Magnetite syenite-porphyry
- ◆ Quartz syenite-porphyries
- ◇ Syenite-porphyries, leptite-gneisses
- Basic syenite-porphyries, gray leptites

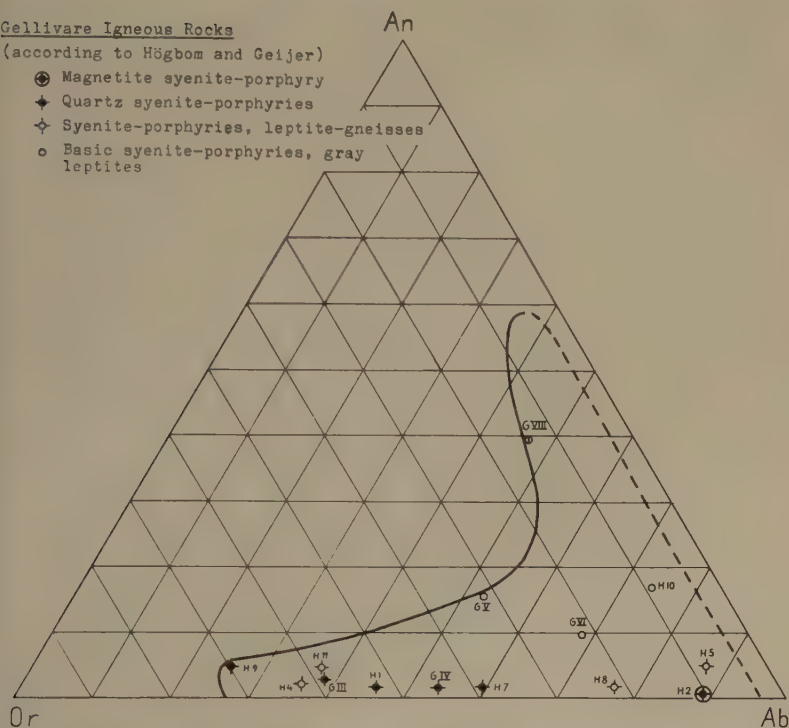


Fig. 9. De ternära fältspatblandningarnas variationsområde inom Gällivaretraktens bergarter.

The distribution area of the ternary feldspar mixtures of the Gällivare ore-bearing rocks.

byn, exempel på analyserade natronrika syeniter och graniter saknas. Ett studium av GEIJERS Lapplandsmonografi (1930) ger dock vid handen, att de finnas och torde intaga betydande områden, t. ex. plagioklas-kvartssyeniter från Luongastunturi och Palolaki i Vittangi, natronsyeniter vid Kokovuoma i Pajala m. fl. Gruppen förtjänar speciell uppmärksamhet vid karteringsarbetena.

För *Adirondacks* så utförligt analyserade eruptivprovins framträder bilden av en ganska normal subalkalin svit, dock med en märkbar förskjutning åt natronhörnet av triangeldiagrammet (fig. 11). Inom Mineville-distriktet redovisar KEMP (1908) extrema led av respektive kali- och natronbergarter, vilka synbarligen väckt de amerikanska geologernas förvåning och föranlett slutsatsen, att felaktiga analysresultat skulle föreligga! Att så ej kan vara fallet, borgar analytikerns namn för, W. F. Hillebrand själv, och slutsatsen blir, att alkaliuppklyvningar,

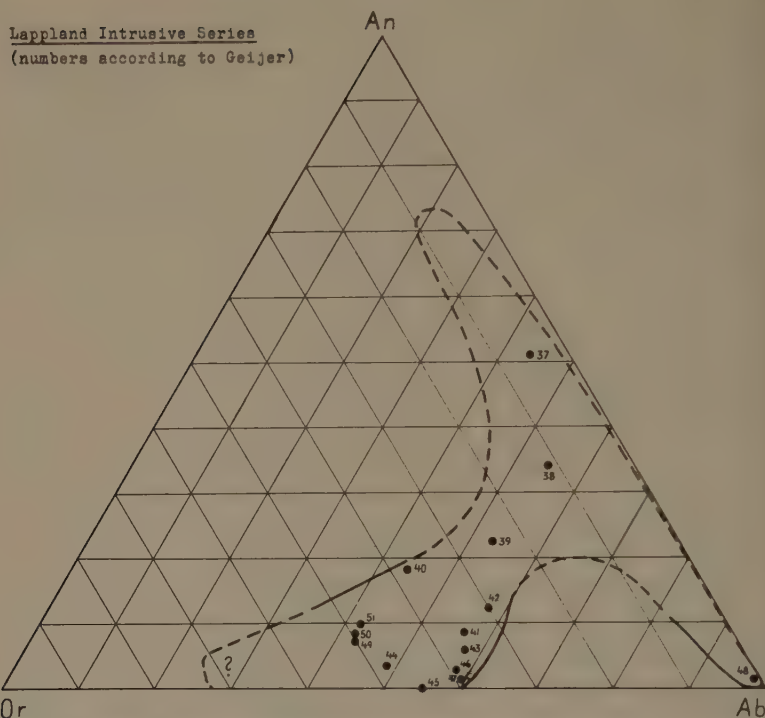


Fig. 10. De ternära fältspatblandningarnas variationsområde inom Lapplands intrusivbergarter.

The distribution area of the ternary feldspar mixtures of the Laplandian intrusive rocks.

som vi äro så vana vid från våra malmförande formationer, för de amerikanska petrologerna utgöra ett främmande perspektiv.

Beträffande världens övriga apatitjärnmalmförande eruptivområden är det ännu ej möjligt att åstadkomma liknande analyssammanställningar. Enligt A. G. HÖGBOMS skildring från Uralområdet dominera natronsyenitiska bergarter i malmernas omgivning. Nyare undersökningar av ZAVARITSKY (1927) och DERWIES (1937) understryka mera förekomsten av ortofyrer och kalirikare syenitbergarter. Missourifälten ha natronrika ehuru icke extrema bergartstyper, Cerro Mercado enligt beskrivningarna snarast kalirika effusivbergarter (1923, 1945). Den chilenska gruppen, som ju blivit detaljundersökt av GEIJER med synpunkten av jämförelser med de svenska förekomsterna, uppvisar så gott som generellt extrema natronbergarter såsom silikatiska moderbergarter till malmerna. Samma är förhållandet med de kvantitativt obetydliga magnetitsyenitporfyrbergarter, som i anslutning till spliter och keratofyrer skildrats av W. N. BENSON från Nundle District i New South Wales (1915).

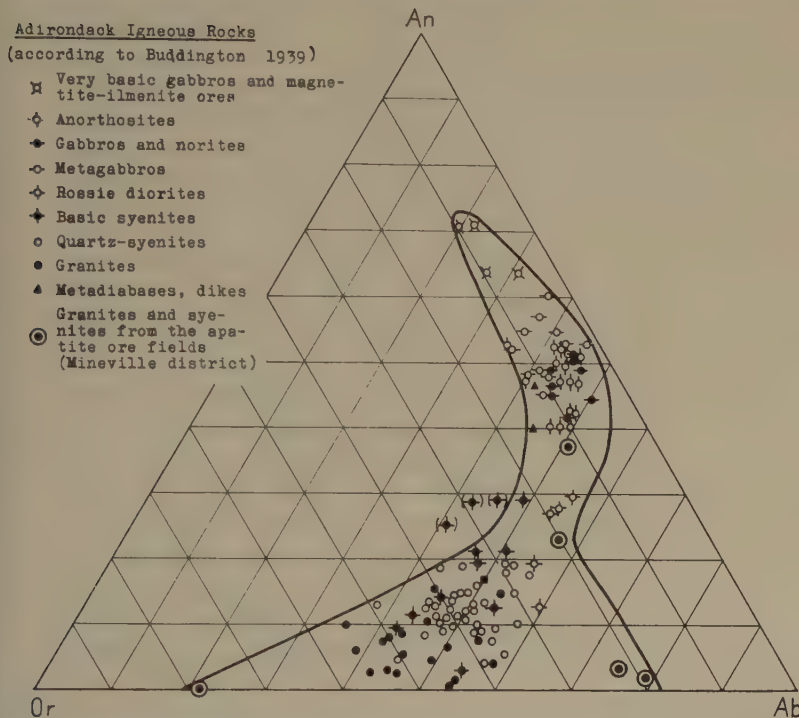


Fig. 11. De ternära fältspatblandningarnas variationsområde inom Adirondacks eruptivbeigarter.

The distribution area of the ternary feldspar mixtures of the Adirondack igneous rocks.

Vid en sammanfattande jämförelse mellan de apatitjärnmalmförande områdenas kemisk-petrografiska karaktärsdrag framstår först och främst *natronrikedomen* som ett framträdande drag. Ett genomsnitt för den effusiva Kirunasviten skulle t. ex. giva ett värde av $An_{20}Or_{15}Ab_{65}$. Även Adirondack-serien får ett relativt anortitfattigt läge, när vi bl. a. beakta, att dess vittutsträckta »anortositer» dock ej hålla mer basisk fältspat än labrador. Enligt vad som förut anförts, framträdde därtill en genomsnittligt relativt låg kiselsyrehalt och en förhöjd halt av fosfor, titan, vanadin och särskilt 3-värt järn. Överblickas differentiationsförloppet rent kvantitativt så iakttagas beträffande malmdistributionen mycket karakteristiska drag. I Adirondack uppträder en allmänt utbredd titanjärnmalmfas, främst ilmenit jämte apatit, magnetit och vanadin, samt, ehuru alltför litet belyst, även krom. De vanliga, neutrala grönstenarna, noriter och metagabbror, ha genom anförda differentiation blivit tydligt utarmade på motsvarande grundämnen. En liknande tendens till utskiljning av titanjärnmalm, ehuru i mindre

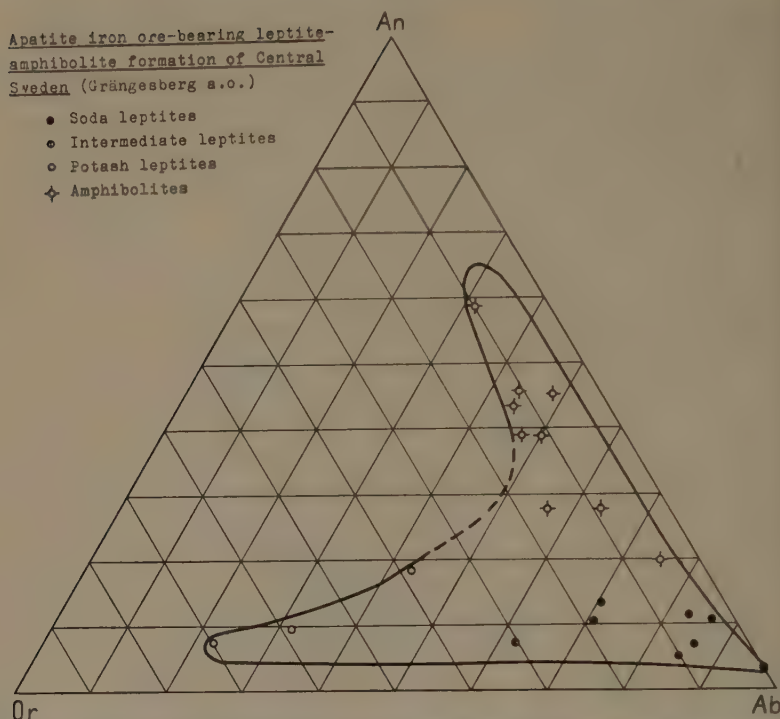


Fig. 12. De ternära fältspatblandningarnas variationsområde inom den apatitjärnmalmförande formationen i Bergslagen. Efter analyser publicerade av H. E. JOHANSSON och N. H. MAGNUSSON samt opublicerade analyser meddelade av N. SUNDIUS.

The distribution area of the ternary feldspar mixtures of the apatite iron-ore-bearing rocks of Central Sweden. According to analyses published by H. E. JOHANSSON and N. H. MAGNUSSON in addition to unpublished analyses communicated by N. SUNDIUS.

skala, framträder även inom Lapplands intrusivprovins, vars grönstenar hålla ett flertal dylika; kanske äro ännu många ouppdagade.

Inom den alkalirika differentiationspolen, den saliska, kvarstanna tydligen kvantitativt väsentliga mängder, sannolikt det mesta, av magnetit och apatit, en viss vanadinhalt och en ej oväsentlig del av titanhalten (men troligen nästan intet av krom). Denna »ferridiska» (LANDERGREN 1948) komplex utdifferentieras sedan till rikmalmer av Kiruna-Grängesbergstyp eller frigör en andel av malmlösningar, vilka differentiationskomplex på skilda sätt deponeras i en växlande berggrund, på varierande avstånd från modernmagman.

Denna korta sammanfattning ger huvuddragen av vad som så att säga rent grafiskt kan konstateras om malmmaterialets fördelning. De tankar och hypoteser, som framställts för lösandet av detta differentiationsproblem, ge ett fängslande tvärsnitt av petrologiens centrala historia.

Kolmården Middle- and
Late-Archean Intrusive
Series

(according to Asklund)

- Rocks of the Stav-
sjö-Graversfors
area
- (•) Basic rocks of
Eastern Östergötland

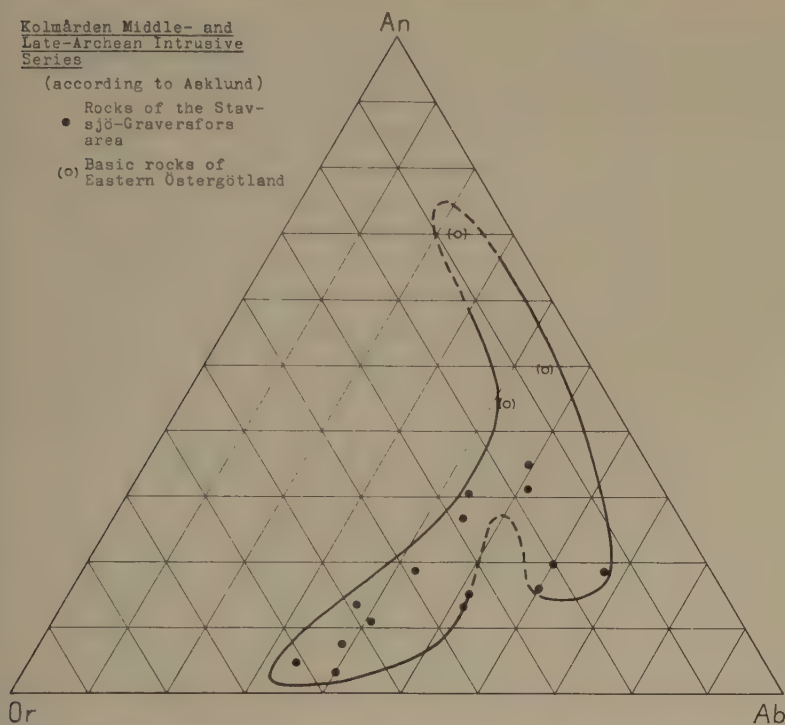


Fig. 13. De ternära fältspatblandningarnas variationsområde inom en typisk östsvensk granit-grönstensserie (Kolmården). Analyser efter B. ASKLUND, delvis opublicerade.
The distribution area of the ternary feldspar mixtures of a typical subalkaline series of granites and basic rocks, the Stavsjö area of Eastern Sweden. According to B. ASKLUND.

Vår överblick därav kan ej bliva alltför detaljerad utan får inskränka sig till huvuddragen.

Efter LÖFSTRANDS något oklara men dock beaktansvärda tolkning av Kirunatypen som rent magmatisk och BÄCKSTRÖM-LUNDBOHMS pneumatolytisk-sedimentogena tolkningsförsök, som dock byggde på vissa betydelsefulla petrologiska fakta, framstår A. G. HÖGBOMS tolkning som en första, generellt grundad teori, som länge blev den ledande. HÖGBOM hade bevisat den internationella geologkongressen i Ryssland år 1897 och därvid besökt de uraliska fyndigheterna (HÖGBOM 1898). Han såg genast likheterna med våra fyndigheter, men även skiljaktigheterna, nämligen att närmast omgivande berggrund i Ural bestod av djupbergarter, augit- och hornbländesyeniter, i stället för våra motsvarande porfyryr eller leptiter. Han framhöll även vissa betydelsefulla mineralogiska skiljaktigheter, t. ex. Gora Blagodat-malmens mera framträdande halt av »torra» silikat, augit, och synes ha upptäckt dess

Gneiss region of Western
Sweden (the Gothenburg
area according to H.E.
Johansson), heavy line
Stavsjö area, dashed line

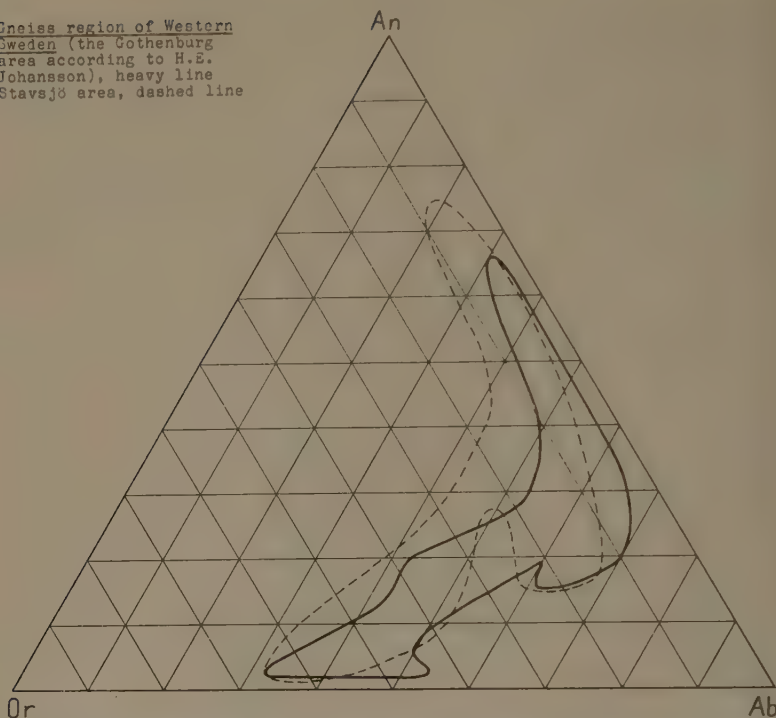


Fig. 14. De ternära fältspatblandningarnas variationsområde inom västra Sveriges gnejsområde (Göteborgstrakten). Enligt H. E. JOHANSSON.
The distribution area of the ternary feldspar mixtures of the Archean gneisses of Western Sweden (Gothenburg district). According to H. E. JOHANSSON.

halt av spinell. Bortsett från vissa sekundärt och helt ytligt omvandlade malmkartier finner HÖGBOM följande tolkning av malmens genesis: »En utgångspunkt har man då däruti, att malmernas uppträdande och beskaffenhet utesluter deras tolkning såsom sekundära bildningar av vad slag det vara må, och att de därför måste vara lika primära som de syenitbergarter, som omsluta och begränsa dem. Då nu dessa bergarter äro obestridliga magmabergarter, lär det väl icke heller vara möjligt annat än att tyda malmerna såsom magmatiskt bildade; och man har så mycket större skäl härtill, som malmen, särskilt i Blagodat, där silikater ingå jämförelsevis rikligt, har just de petrografiska karaktärer (pyroxenen och den gröna spinellen), som tillkomma andra otvivelaktiga magmatiskt utskilda järnmalm, men däremot aldrig torde vara observerade i någon sedimentär eller metasomatisk eller pneumatolytisk järnmalmsförekomst». Efter vissa beräkningar över den genomsnittssammansättning, ursprungsmagman bör ha ägt, kommer HÖG-

BOM fram till sin slutsats: »Skäl synas emellertid finnas för den även på många andra förekomster tillämpliga hypotesen, att differentiationen här framkallats därav, att förändringar i de fysiska villkoren (snarast temperatursänkning) förorsakat den sammansatta magmans sönderfallande uti tvenne i varandra olösliga delmagmor, nämligen en av övervägande fältspatsubstans och en av malmsubstans bestående magma». Han menar sålunda, att denna delningsprocess antingen skett i malmens och sidostenens nuvarande läge eller att komplexen intruderats i inhomogent, flytande stadium och därefter malmerna ha kristalliserat ut som sliror i omgivande silikatbergart. Det är sålunda likvationsdifferentiationen, som HÖGBOM finner vara grunden för apatitjärnmalmernas uppkomst. Han tillämpar sin förklaring även för de norrbotteniska malmerna.

Denna grundläggande teori följdes sedan av STUTZER (1907), vars bidrag till frågan om Norrbottenmalmernas geologi främst blev uppfattningen av malmen som en intrusivkropp, en tolkning, som även ansågs vara tillämplig för Gällivare, medan Painirova och Mertainen tolkades som *in situ* utdifferentierade malmsliror i omgivande silikatbergarter.

I mera konkret form tillämpades HÖGBOMS teori även av DALY (1915), som tänkte sig stormalmen i Kiruna utgöra en från hängväggs-porfyren, kvartsporfyren, i flytande tillstånd utdifferentierad massa, vilken skulle så att säga droppat ned genom kvartsporfyren och genom sin tyngd ansamlat sig vid dess bas.

Denna uppfattning bestreds av GEIJER, som i gradualavhandlingen av år 1910 synes ha nära anslutit sig till HÖGBOMS teori, dock med den väsentliga nyanseringen, avvikande från HÖGBOMS uppfattning, att differentiationen ej finge fattas så enkelt som att modernagman skulle ha ägt en magnetitsyenitisk sammansättning om man nämligen betraktar den stora malmen med dess komplexa halter av ferromagnesium-silikat och malmineral. Stormalmens utdifferentiation menar han ha ägt rum innan eller samtidigt med att modernagman uppdelat sig i en syenitisk och en kvartsrikare bergartsfas, kvartsporfyrens magma. Synpunkten har, vilket föredr. återkommer till, mycket väsentlig betydelse och största sannolikhet för sig.

De nya tankar om bergartsdifferentiationens förlopp, som framkommit isynnerhet med N. L. BOWENS kraftiga hävdande av kristallfraktioneringens betydelse för bergartsdifferentiationen (1928), ha i viss mån förändrat GEIJERS synpunkt på problemet, men han hävdar bestämt de slutsatser, som de geologiska iakttagelserna giva anledning till. Beträffande den speciella lappländska djupbergartsserien framhåller han år 1930, att »det kan svårigen råda något tvivel därom, att väx-

lingarna i denna serie förorsakats av kristallförflyttningar, varvid det kvantitativt dominerande draget varit subtraktioner av de relativt kalifattiga plagioklaskärnorna». Men i fråga om ytbergartsserien understryker han ånyo de vanskligheter, som för denna differentiationsteori uppkomma vid en förklaring av de rena albitbergarterna och i fråga om magnetitens sena kristallisation i t. ex. magnetitsyenitporfyryrna. Denna sena kristallisation skulle i själva verket bli ett exempel på att ett högbasiskt mineral skulle komma att tillhöra restlösningen från en surare magma, i motsats till vad som antas vid den fraktionerade kristallisationens normala förlopp. Inför svårigheterna att med kända kemisk-fysikaliska förlopp förklara de iakttagna förhållandena menar GEIJER, att det är riktigare att icke betrakta de geologiska iakttagelserna som missledande utan snarare skäl att antaga, att det är kunskapen om magmorna och deras flyktiga beståndsdelar, som behöver utvecklas. Den slutliga uppfattningen blir följande (The iron ores of the Kiruna type, s. 35): »Bortseende från svårigheterna för en fysikalisk-kemisk tolkning och begränsande oss till de geologiska studiernas vittnesbörd, kan fallet summeras på följande sätt beträffande fraktioneringen av malmsubstansen från den ursprungsmagma, som varit gemensam för densamma och de med den förbundna bergarterna. Malmsubstansen har hållits i lösning, medan huvudmassan av magman kristalliserade, och den avskildes tillsammans med de flyktiga beståndsdelar, som inrymdes i magman, såsom en särskild fas, i vilken fältspatsubstansen icke i större utsträckning var löslig; den sålunda bildade fraktionen, ursprungligen uppkommen vid magmatisk temperatur och i flytande eller möjligen överkritiskt gasstadium, differentierade sig senare under sjunkande temperatur till en serie malmprodukter vid fortgående tilltagande halt av vatten och andra mineralisatorer» (föredr:s översättning från den engelska texten).

Vid sidan av GEIJERS nya synpunkter anfördes även J. H. L. VOGTS senaste åsikter om problemet, utvecklade i uppsatsen »On the genesis of the iron ore deposits of the Kiruna type (1927)». VOGT kom till mycket motsatta resultat. Under sista åren av sin levnad utvecklade som bekant VOGT en modifiering av sin tidigare differentiationsteori, i korthet gående ut på att först utskilda kristallfraktioner sjunka ned i varmare delar av den icke konsoliderade litosfären, där de ånyo tänktes smältas upp och förenas med omgivande magma, därmed kontinuerligt förskjutande dennas sammansättning i alltmer basisk riktning. På så sätt finge man enligt VOGT tänka sig de högbasiska magmorna och bland dem magnetitmalmmagmorna som »protoanrikade» omsmältningsprodukter och sålunda ett likartat uppkomstsätt för både apatitjärnmalmer och titanjärnmalmer. Förutsättningen måste vara, att magnetit



Fig. 15. Mikrobild av den vanligaste magnetitsyenitporfyren bland rullstenarna i Kurra-
vaarakonglomeratet. Förstoring c:a 20 ggr. Genomfallande ljus. Det ljusa mineralet albit,
det mörka den mycket finkristalliniska magnetiten. Albiten visar stundom sfärolitisk
kristallaggregering. — Rullsten från Pahtosvaara, insamlad av N. Sundius. — Foto:
B. Asklund och C. Larsson.

*Micro-photograph of the most common type of the magnetite syenite-porphyrries. $\times 20$.
[nicols. The light mineral is albite, the dark one very fine-grained magnetite. The albite
is sometimes spherulitic. — Pebble from the Kurraavaara conglomerate in Pahtosvaara,
collected by N. Sundius. — Photo: B. Asklund and C. Larsson.*

och apatit vore syenitporfyrmagmans tidigaste eller tidiga kristallisa-
tionsprodukter. Vid dessa resonemang lämnas emellertid de faktiska
iakttagelserna över magnetitens sena kristallisation, såsom den t. ex.
framträder i de av GEIJER och SUNDIUS behandlade magnetitsyenit-
porfyerna, alltför litet beaktade.

Även om dessa märkliga bergarter, vilka ursprungligen av HÖGBOM
antogs som en hypotetisk stammagma för malm och porfyr, resp.
syenitbergart, innan de voro funna, och som sedan upptäcktes av
GEIJER inom Kirunafältets syenitporfyren och av SUNDIUS bland Kurra-
vaarakonglomeratets rullstenar, icke direkt kunna uppfattas som storf-
malmens stammagma, är det likväl tydligt, att de representera en
ursprungligare malm-bergartsfas av största betydelse för tolkningen av
malmdifferentiationen. Beträffande desamma hänvisade föredr. till
GEIJERS och SUNDIUS' utförliga och grundliga beskrivningar. På grund-

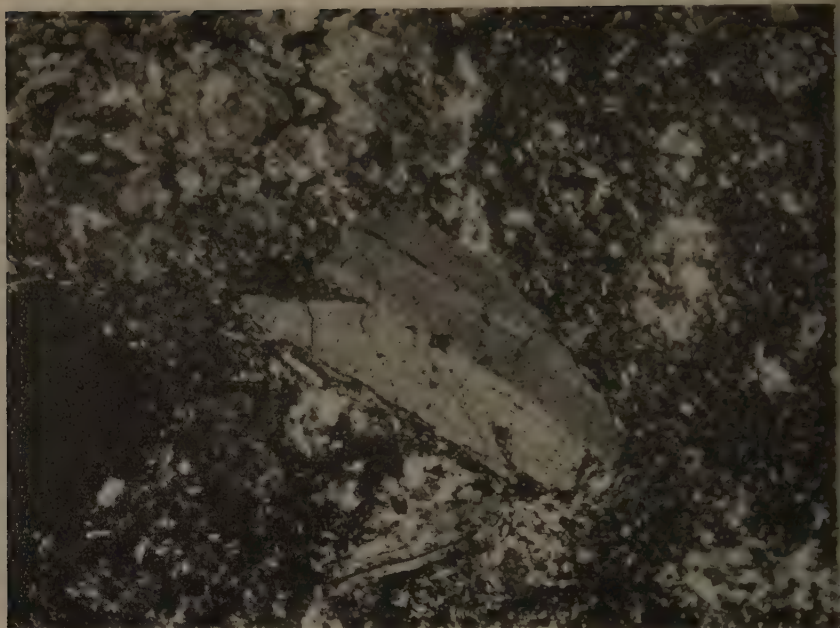


Fig. 16. Mikrobild av magnetitsyenitporfyr från Pahtosvaara, Sundius' material. Förstoring c:a 16 ggr. Korsade nikoller. Ett starkt korroderat plagioklasströkorn med inneslutningar av den finkristalliniska magnetitgrundmassan, som erinrar om en devitrifierad glasbasis i ytbergarters strökorn. — Foto: B. Asklund och C. Larsson.

Micro-photograph of magnetite syenite-porphry. $\times 16$. Crossed nicols. A strongly corroded phenocryst of plagioclase with inclusions of fine-grained magnetite basis, similar to the devitrified ground-mass of the phenocrysts of effusive rocks. — Pebble from Pahtosvaara, collected by N. Sundius. — Photo: B. Asklund and C. Larsson.

val av SUNDIUS' insamlade material gavs följande karakteristik över några typer av dem från Pahtosvaaras kända hållblottningar av Kurra-vaarakonglomeratet. Till sitt mineralbestånd äro bergarterna likartade, såtillvida att albitisk plagioklas och magnetit spela den väsentligaste kvantitativa rollen i dem. Den vanligaste typen, som är den enda av mera konstant sammansättning, c:a 50 % magnetit och lika halt av albit, är strökornsfri med mer eller mindre trakytoidalt ordnade små albitlister och mellanlagrande mycket finkornig magnetit, som närmast liknar en trakytoidalstruerad grundmassas glasbasis. Albitlisterna uppvisa stundom sfärolitartad anordning och sammanväxning med albiten (fig. 15). Övriga magnetitsyenitporfyryr visa, såsom framhållits av SUNDIUS, de mest växlande sammansättningar med magnetithalter från ett obetydligt, i grundmassan spritt stoft till maximalt omkring 80 %. Knappast någonsin är bergarten från en konglomeratboll fullt lik den andras; den livligaste växling i sammansättning och struktur före



Fig. 17. Magnetitsyenitporfyr från Fahtosvaara, Sundius' material. Förstoring c:a 40 ggr. Genomfallande ljus. Starkt korroderade plagioklasströskorn med delvis zonar gruppering av magnetitinnestutningarna. Till vänster ett hornbländeströskorn, tydligen en omvandlad augitkristall med augitens karakteristiska tvärsnitt vinkelrätt mot prismariktningen. — Foto: B. Asklund och C. Larsson.

Micro-photograph of magnetite-syenite-porphry. $\times 40$. nicols. Strongly corroded phenocrysts of plagioclase with a zonary distribution of the magnetite inclusions. To the left a phenocryst of hornblende, obviously an altered augite crystal with the typical cross-section, perpendicular to the prismatic zone. — Pebble from Fahtosvaara, collected by N. Sundius. — Photo: B. Asklund and C. Larsson.

kommer. Dessa bergarter äro nästan alltid ströskornsförande med albit och möjligen i några fall även perthitströskorn. De förra kunna vara dels en albit, dels även saussuritiserad dylik med en sannolikt ursprunglig, men än ej hög halt av anortit. Hornbländeströskorn äro i vissa bergarters former vanliga, ofta med en ursprunglig augits kristallhabitus (fig. 7—18); detta primärmineral kan även vara ersatt av växlande omvandlingsprodukter, såsom epidot, kalkspat och uralitiskt hornblände. Även ströskornstypade magnetitkorn kunna förekomma, men oftast äro de grövre magnetitkorn, som uppträda, knutna till de mandel- eller nodule-bildningar, som skildrats av GEIJER och SUNDIUS. Grundmassan är en basis av små fältspatlister och finkornig magnetit. Fältspatströskornen äro nästan alltid mer eller mindre korroderade med insjukningar och inskjutande stjälkar av grundmassans magnetitrika basis (fig. 16—17), ibland zonart ordnade fläckar av denna, eller är

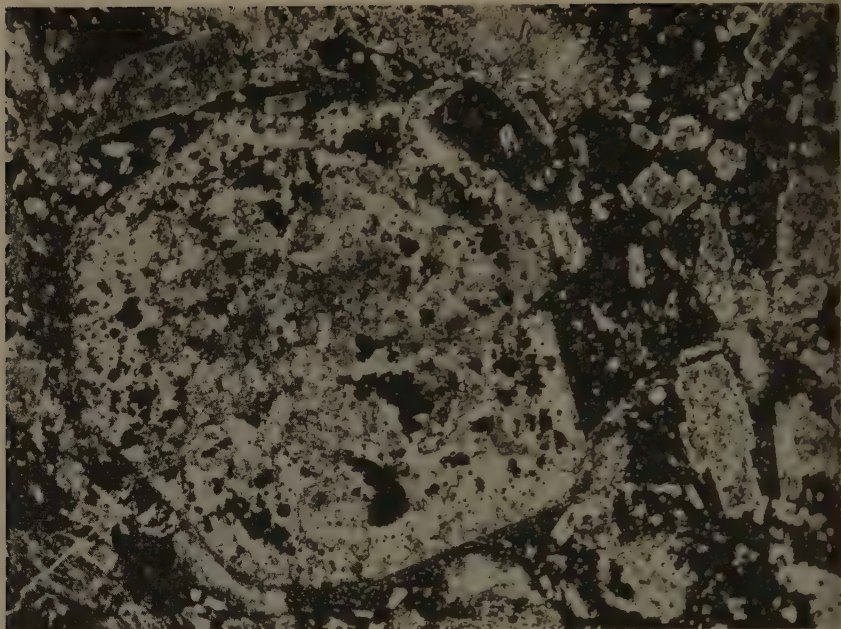


Fig. 18. Magnetitsyenitporfyr från Pahtosvaara, Sundius' material. Förstoring c:a 20 ggr. Genomfallande ljus. Ett stort ursprungligt augitströkorn med augitens tvärsnitt ungefär vinkelrätt mot prismazonen, omvandlat till hornblände med magnetitutskiljningar. De smärre plagioklasströkornen äro till stor del skelettartat utbildade, fyllda med sannolikt ursprungligen glasig, magnetitrik basis, som delvis även är zonart anordnad. Grundmassan huvudsakligen finkristallinisk magnetit. — Foto: B. Asklund och C. Larsson.

Micro-photograph of magnetite syenite-porphry. $\times 20$. nicols. A large original augite phenocryst with the typical cross-section, about perpendicular to the prismatic zone, altered to hornblende with segregations of magnetite. The small phenocrysts of plagioclase are crystallised as skeletons, studded with a probably originally glassy basis, rich in magnetite which in parts is zonally arranged. The ground-mass is mostly made up of magnetite. — Pebble from Pahtosvaara, collected by N. Sundius. — Photo: B. Asklund and C. Larsson.

hela strökornet skelettartat utvuxet och fyllt med samma basismaterial (fig. 18). Grundmassan ger då intrycket av att vara en devitrifierad glasmassa med ett liknande uppträdande som t. ex. de vanliga, zonart anordnade glasfläckarna i glasiga andesiters strökorn. SUNDIUS anför från grövre kristalliniska grundmassor större, poikilitiska uralitmasser från primär pyroxen givande upphov till en intersertalstruktur (1912, fig. 1, s. 717). Titanit är vanlig, apatit däremot mera sällsynt förekommande.

Parallellt med magnetitsyenitporfyrerna förekomma rikligt med små malmbollar i konglomeraten. De nå enligt SUNDIUS ända till 1 dm:s storlek och äro ofta apatitförande. Det material från Pahtosvaara, som föredr. undersökt, visar sig nästan helt bestå av grovkristallin magnetit-

malm, sålunda av en väsentligt annan kristallisationstyp än stormalmens finkristalliniska massa.

SUNDIUS har tolkat magnetitsyenitporfyrrerna som huvudsakligen effusiva bildningar, bildande segregationer eller slirformade utsöndringar av syenitporfyrrer, alltså ett liknande förekomstsätt, som GEIJER funnit för magnetitsyenitporfyrrerna vid Nokutusjärvi. Ett särskilt problem erbjuder tydligen de tillsammans med malmporfyrrerna uppträdande malmfragmenten. Enligt föredr. syntes de härstamma från grovkristalliniska malmpartier, och i detta hänseende framträder en påfallande likhet med vad GEIJER iakttagit vid Ojos de Agua i Atacama.

Detta kortfattade referat över magnetitsyenitporfyrrernas karakteristiska drag och särskilt deras sent kristalliserade malmsubstans visar otvetydigt, att GEIJERS uppfattning ställd vid sidan av VOGTS måste vara den, som bygger på ett säreget men oavvisligt faktum. Om man fattar GEIJERS anförda mening (jfr föregående citat) så, att malmlösningen separerat *efter* det att t. ex. fältspater och övriga strökornskomponenter *kristalliserat*, och därmed en utfraktionerad restlösning av malmsubstans, apatit, järn-magnesium-kalcium-silikat, titanhalt och vatten samt övriga volatiler skulle återstå, syntes det föredr. tydligt, att högst väsentliga svårigheter skulle uppstå vid en konfrontation med vad vi i övrigt känna från bergarternas kristallisation. Vi hade då rätt att vänta, att nästan varje sur resp. alkalin bergartslösning med väsentlig halt av vatten och volatiler, t. ex. en granit, en syenit etc., skulle giva en magnetitrik restlösning, som med apatit och övriga jämförliga mineral skulle kristallisera mycket sent och framför allt giva allmänt förekommande, om än obetydligare, apatitjärnmalmförekomster, vilka liksom anförda sena kristallisationsförlopp icke skulle kunna ha undgått uppmärksamheten. För att undanskjuta en dylik slutledning skulle man möjligen tvingas att då ytterligare antaga en alldeles extrem förhöjning av halterna av vatten och volatiler i magman, när det gällt utfraktioneringen av malmlösningen.

Föredr. framhöll som sin mening, att detta skulle vara att förväxla orsak och verkan vid lösandet av problemet och att hans utredning om de ifrågavarande eruptivprovinsernas tydligt förhöjda primärhalter av vissa beståndsdelar, särskilt magnetit och därmed järnoxidhalt, likväl måste tänkas vara den drivande faktorn för utdifferentieringen av malmsubstansen. En granskning av de *övre* bildningstemperaturerna för de primärmineral, som ingått i såväl malm som dess presumtiva silikatiska parallellmagmabergart, visade, att man likväl måste antaga, att malmdifferentiationen ägt rum inom temperaturgebiten för eller över de konjugerade silikatbergarternas kristallisationstemperaturområden. När man överblickar hela det rika petrologiska material, som

de refererade undersökningarna bragt i dagen, framstår det tydligt, att man likväl vid sidan av otvetydigt mycket volatilirika malmlösningar även har en rad exempel på relativt »torra» dylika. Föredr. erinrade om Gora Blagodat-malmernas partiella innehåll av diopsidiska och augitiska pyroxener jämte spinell och om att syenitporfyreerna från Kirunafältet dock partiellt visade en primär mineralfacies, där augitiska pyroxener möjligen varit förhärskande vid sidan av plagioklas med delvis kanske ganska väsentligt högre anortithalter än som i omvandlad facies med hornblände, epidot, kalkspat och av andra sekundärmineral karakteriserade, *omvandlade* plagioklasmineral utvisa. Förekomsten av perthitströkorn i vissa magnetitsyenitporfyryr talade samma språk.

Utan tvivel finnas mycket väl grundade skäl att i en rad fall tänka sig differentiationsförloppet förskjutet över till ett relativt högtempererat magmatiskt stadium, men då man otvetydigt till väsentligaste delar samtidigt måste erkänna riktigheten av GEIJERS iakttagelser över magnetitens sena kristallisation, uppstå så egenartade motsatser gentemot den vanligen iakttagna kristallisationsordningen i magmabergarter, att nya vägar måste sökas för att nå differentiationsproblemets kärna. Föredr. hade via de senare årtiondenas experimentella silikatforskning funnit en sådan väg möjlig.

Först torde det vara anledning att med några ord beröra frågan om den säregna, ehuru merendels ej betydliga, men konstant uppträdande halten av apatit i malmerna kan konstateras ha spelat någon särskild roll vid differentiationsförloppet. Halten är dock för ringa för att göra något sådant sannolikt. En genomsnittsberäkning för exempelvis Kirunamalmens apatithalt visar, att denna dock ej överstiger, vad som kan vara normalt för intermediära och neutrala magmabergarter. Men i starkt koncentrerade, apatitrika lösningspartier av den ursprungliga malmmagman torde differentiationsförlopp, hänförliga till apatiten och dess delkomponenters speciella fysikalisk-kemiska förhållanden, icke få anses vara uteslutna. Föredr. erinrade om de av tvenne tyska forskare, WILLY OELSEN och HELMUT MAETZ, under kriget utförda experimenten vid Kaiser Wilhelm-institutet över järnoxidulens och järnoxidens lösningsförhållanden till komponenterna trikalцийfosfat och flusspat, vilka givetvis dock företagits ur andra synpunkter än rent petrologiska, nämligen med metallurgiska aspekter på vissa förlopp vid thomasprocessen (1941). De nämnda forskarna hade funnit en fullständig blandningslucka förekomma mellan FeO och CaF_2 i det flytande stadiet och likaså ett omfattande likvationsfält kvarstå vid tillfogandet av CaSiO_3 som tredje komponent. Likaså föreligger mellan trikalцийfosfatet och FeO en mycket omfattande blandningslucka i det flytande stadiet och synbarligen, ehuru ej detaljundersökt, mellan järnoxid

och samma fosfat. Det är sannolikt, att experimenten kunna giva förklaringen till det många gånger så egenartade utskiljandet av apatiten från omgivande magnetit i de fosforrikaste malmerna, t. ex. den slirartade fördelningen av apatit-magnetit. Ävenså synas de egendomliga förekomsterna av magmatiskt uppträdande apatitgångar härmed kunna förklaras. Detta är emellertid bisaker i jämförelse med huvudfrågan: apatitjärnmalmens avskiljande från silikatbergarten.

Även i detta fall föreligga viktiga nyare undersökningar över system, som, om de icke identiskt motsvara vad som kunde tänkas vara malm-silikatbergartsmagmor, likväl komma dessa komplexer så nära, att resultaten av experimenten utan tvivel ha grundläggande betydelse för de supponerade apatitjärnmalm—silikatbergartsmagmornas differentiation. Föredr. syftade därvid främst på J. W. GREIGS undersökning vid Carnegie-institutet av systemet $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ (1927) och som komplettering till detta BOWENS, SCHAIRERS och WILLEMS' undersökning över systemet $\text{Na}_2\text{SiO}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, »akmit»-syntesen (1930). Tillsammans giva dessa en någorlunda fullständigt utförlig framställning av systemet $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$, vilket måhända ej tillräckligt har observerats för de petrologiska problemen.

GREIG utförde först en grundläggande studie över RO-komponenternas förhållande till SiO_2 vid mycket höga temperaturer och fann, att i flertalet av dessa system av 2-värda bergartsbildande oxidkomponenter och SiO_2 mycket väsentligt begränsad blandbarhet råder i det flytande stadiet. Vid en temperatur strax under cristobalitens kristallisations-temperatur visa sig lösningar av koncentrationerna 42 % FeO fram till nästan den rena kiselsyrans sammansättning sönderfalla i tvenne vätskefaser. Liknande är förhållandet för systemen $\text{MgO} - \text{SiO}_2$ och $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ (1927). I fråga om det ternära systemet $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ blev GREIGS undersökning ganska begränsad (fig. 19). BOWEN, SCHAIRER och WILLEMS ha emellertid vid akmitsyntesen fört studiet över systemet vidare och skisserat de för binärsystemet $\text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ rådande förhållandena (fig. 20). Av deras framställning från år 1930 framgår, att mellan komponenterna Fe_2O_3 och SiO_2 existerar en nästan fullständig diskontinuitet beträffande blandbarheten i det flytande stadiet, ett resultat, som i viss mån kunde väntas på grundval av vissa experimentella rön av J. A. HEDVALL och P. SJÖMAN (1930) samt S. E. STERZEL och J. LINDÉN, enligt experiment utförda under HEDVALLS ledning vid Chalmers Tekniska Högskola (1937).

Genom nämnda undersökningar veta vi, att systemet $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ har det utseende, som föredr. skisserat med fig. 21, där läget för kända punkter omräknats till molekylarprocent från ursprungligen anförda viktsprocentiska uppgifter. Beträffande kända temperatur-

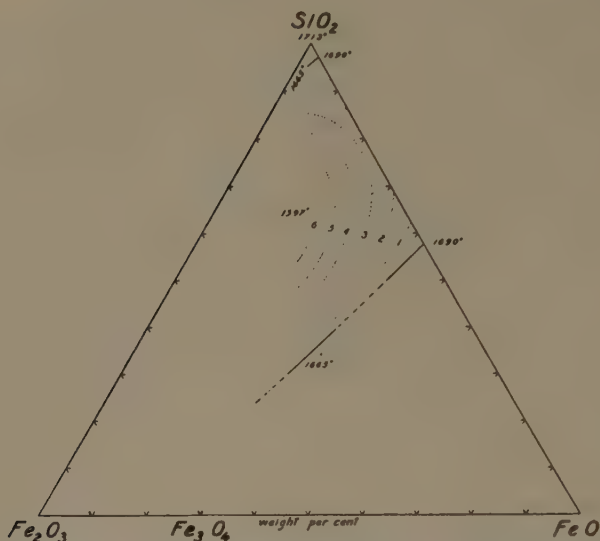


Fig. 19. Det kvaternära systemet SiO_2 — FeO — Fe_2O_3 — Al_2O_3 enligt J. W. GREIG 1927. Det kurvbelagda fältet markerar det funna området för likvation, uppdelning i två lösningsfaser. Kurvorna angiva projektionerna för de procentiska tillsatser av Al_2O_3 , som erfordras för att likvationsfältet skall sluta sig och ge endast en lösningsfas.

Kvantiteterna äro viktsprocentiska.

The quaternary system SiO_2 — FeO — Fe_2O_3 — Al_2O_3 according to J. W. GREIG 1927. The field with dotted curves indicates the area of immiscibility. These curves are the projections of the Al_2O_3 content, necessary to close the liquation field and consequently indicate the upper limit of liquid immiscibility. Concentration figures expressed in weight per cent.

konstanter är att anföra, att likvationstemperaturen för binärsystemet FeO — SiO_2 är 1690° och att GREIG för en kombination ej långt avlägsen komplexen magnetit + SiO_2 funnit en likvationstemperatur vid 1665° . BOWEN, SCHAIRER och WILLEMS ha ytterligare dragit slutsatsen, att den rena hematitens kristallisationstemperatur ligger högre än cristobalitens (1713°).

Om vi först betrakta malmkomponenten i systemet SiO_2 — FeO — Fe_2O_3 , så motsvarar detta ju väl en förenkling av sammansättningen hos apatitjärnmalmernas huvudtyper. Dessa bestå ju vanligen av komplexen magnetit + kiseltsyra till över 90 % av analysernas viktsuppgifter eller liknande kombinationer av magnetit-blodsten-kiseltsyra. De innehålla utöver anförda komponenter obetydligare tillsatser av övriga RO-komponenter, MgO och CaO, något fosforsyra, vanligen en mindre aluminiumhalt, något svavel och titanoxid m. m. När dessutom de experimentella utredningarna visa, att systemen MgO — SiO_2 och CaO — SiO_2 i huvudsak motsvara systemet FeO — SiO_2 , är det väl berättigat att i ett diagram, belysande apatitjärnmalmernas distribution, samman slå FeO , MgO och CaO till en RO-komponent.

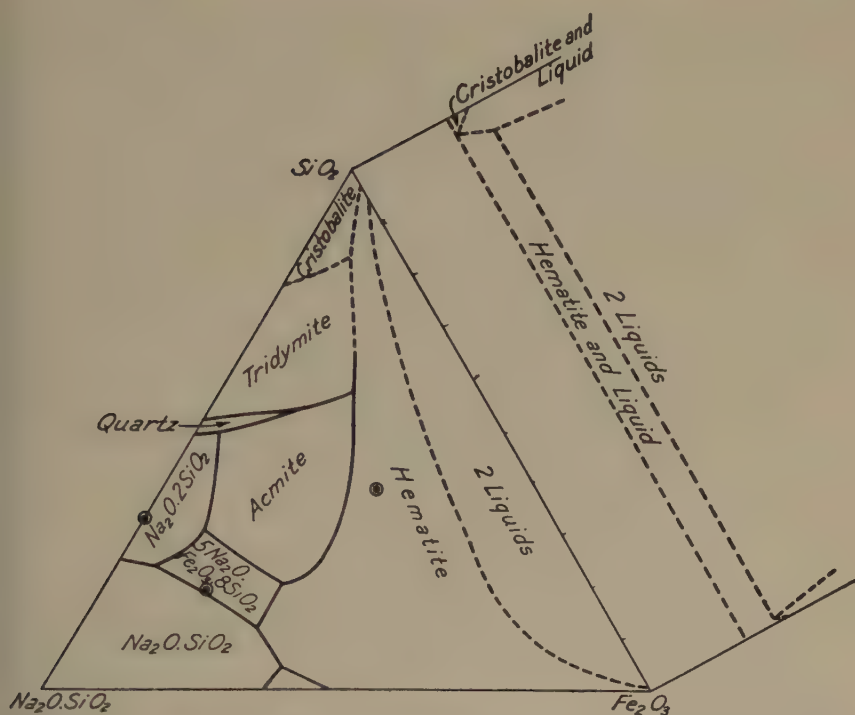


Fig. 20. Jämviktsdiagram för systemet $\text{Na}_2\text{SiO}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ med antydda förhållanden för det binära systemet $\text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ med dess stora blandningslucka för det flytande stadiet. Enligt BOWEN, SCHAIRER och WILLEMS 1930.

Equilibrium diagram of the $\text{Na}_2\text{SiO}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ system with the indicated relations of the binary system $\text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ with its large area of immiscibility occurring in the liquid stage. According to BOWEN, SCHAIRER, and WILLEMS 1930.

Betrakta vi å andra sidan silikatandelen av en supponerad fosformalm-bergartsmagma, te sig förhållandena annorlunda. I fallet av syenitiska magmabergarter, t. ex. magnetitsyenitporfyrrerna, är kiselns syran i den kristalliserade bergarten helt bunden till kristalliserade silikat-mineral, såsom fältspater, metasilikat (pyroxener och hornblände) m. m., i bestående stöchiometriska förband. I det flytande stadiet där- emot få vi emellertid i viss mån räkna kiselns syrekompenten som fri; den kan ju bilda ortosilikat i stället för metasilikat och i fråga om kali- rikare bergarter, t. ex. leucit i förening med ekvivalent mängd Al_2O_3 och en mindre del SiO_2 , medan åtminstone en viss del av kiselns syrehalten får betraktas som »fri» i lösningen. Förutsättes å andra sidan en tänkt kombination mellan malm och en kiselns syrerikare komponent, t. ex. Kirunafältets kvartsporfyr eller Grängesbergsfältets Exportfältseplit,

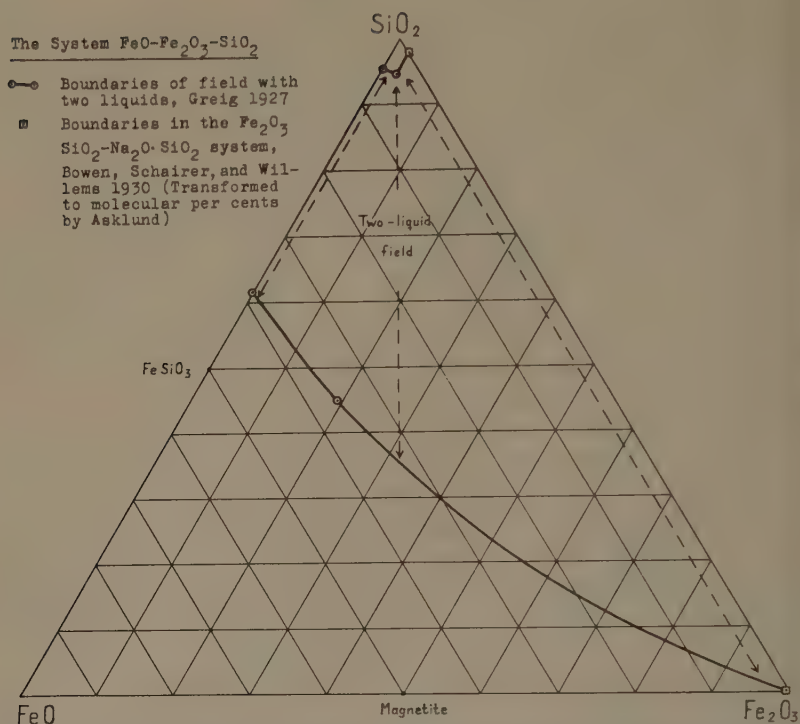


Fig. 21. Det ternära systemet $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ överfört till ett i molekylarprocent uttryckt diagram. Stort fält för begränsad blandbarhet mellan en kiselsyrerik lösningsfas och en metasilikat- Fe_2O_3 -rik dylik. Efter data av GREIG 1927 och BOWEN, SCHAIRER och WILLEMS 1930.

The ternary system $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ recalculated to molecular percentages. A field of liquid immiscibility divides a silica-rich phase from a phase of metasilicates- Fe_2O_3 . After data given by GREIG 1927 and BOWEN, SCHAIRER, and WILLEMS 1930.

så äga dessa så stora mängder av fri kiselsyra i förhållande till samtida fältspatmängder, att vid molekylarprocentiskt beräkningssätt 1 del alkalifältspat motsvaras av 2 à 3 delar fri kiselsyra, »kvarter». Dessa bergarter kunna i kombination med rikmalm sägas giva supponerade komplexmagmor, i vilka systemet $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ fullständigt dominerar.

Med hänsyn till de utförda experimentella undersökningarna av GREIG ha vi även att betrakta aluminiumhaltens betydelse för uppträdandet av det omfattande likvationsfältet. GREIG har sålunda undersökt begränsade delar av det kvaternära systemet $\text{SiO}_2 - \text{FeO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$. Liksom när det gäller silikatiska slaggar i allmänhet, utövar aluminiumtillsatsen ett starkt temperatursänkande inflytande för det ternära delsystemet. Ävenså inskränker aluminiumhalten vä-

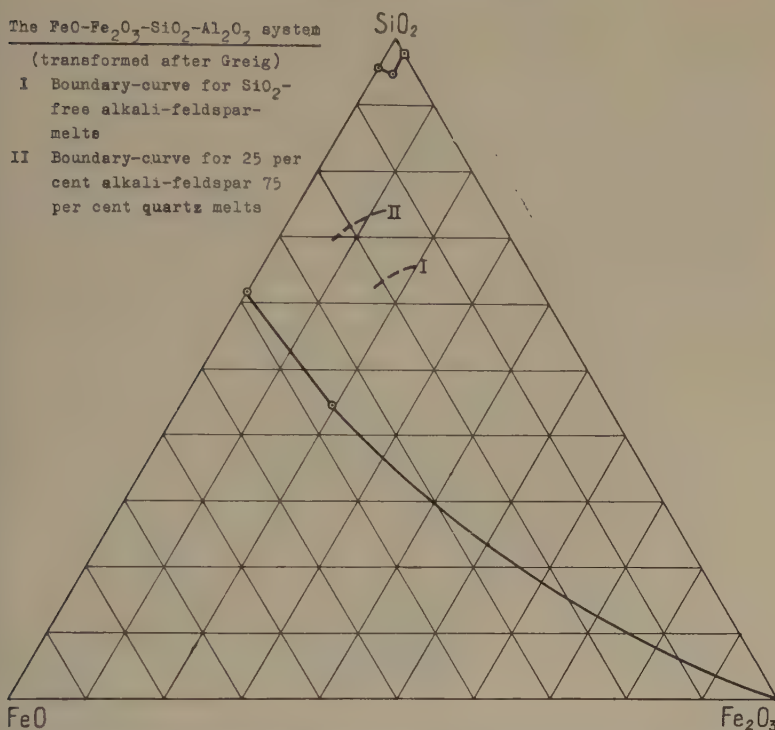


Fig. 22. Schematiskt beräknade gränskurvor för likvationsområdets omfattning vid I: $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ -halter motsvarande de rena alkalifältspatblandningarnas och II: kvartsfältspatlösningar motsvarande sammansättningen 25 % alkalifältspat och 75 % SiO_2 . Schematically calculated curves for the width of the area of immiscibility for I: $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ percentages of pure alkali-feldspar and II: of feldspar-silica solutions with 25 per cent alkali feldspar and 75 per cent SiO_2 .

sentligt området för begränsad blandbarhet. Gränssytan för likvationsområdet vid varierande halter av 1—6 viktsprocent Al_2O_3 återgives enligt GREIG med fig. 19. Vid högre halter av Al_2O_3 för respektive koncentrationer inom ternäradiagrammet slutas fältet för 2 vätskefaser till ett enhetligt fält för en, homogen lösningsfas. Från de av GREIG behandlade chargerna hade föredr. omräknat gränssytans läge i det molekylarprocentiskt transponerade diagrammet, varvid gränssytornas projektioner för respektive ren fältspatlösning och en lösning av 25 % fältspat mot 75 % kiselsyra införts i diagrammen fig. 22 och 29, där i det senare diagrammet även det enda säkrare belagda snittet genom det kvaternära likvationsfältets gränssyta återgivits medelst en linje med angivna gränsvärden för den molekylarprocentiska Al_2O_3 -halten. De anförda svenne gränssytornas projektioner markeras i diagrammen med siffrorna I och II. Utanför dessa kurvor mot SiO_2-FeO -sidan av diagrammen

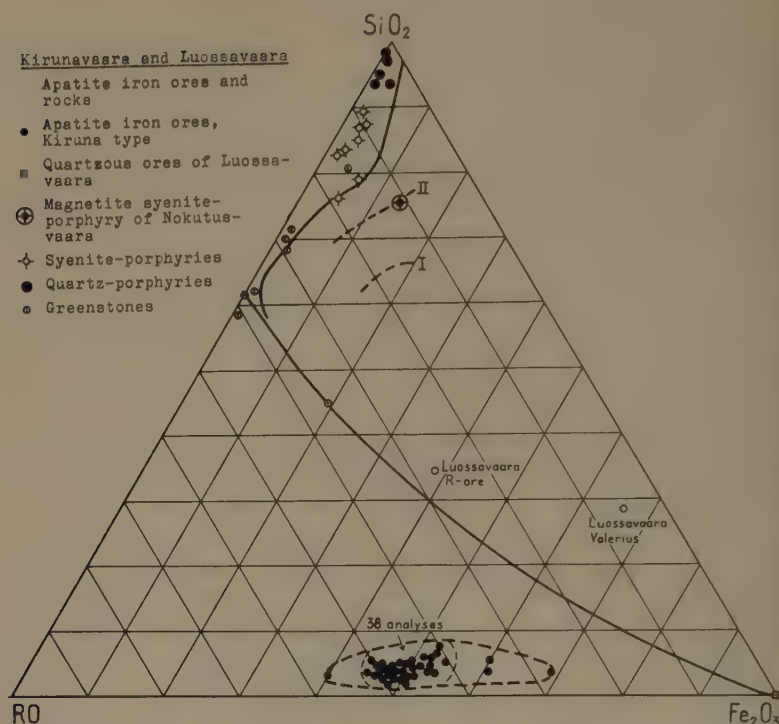


Fig. 23. Kirunaområdets malmer och bergarter beräknade i SiO_2 — RO — Fe_2O_3 -diagrammet.

Ores and rocks of the Kiruna area, calculated in the SiO_2 — RO — Fe_2O_3 diagram.

skulle fullständig blandbarhet i det flytande stadiet råda. På vad sätt de vid Al_2O_3 -komplexen bundna alkalioxiderna påverka systemet, är ej närmare experimentellt utforskat.

För att nu pröva, om de utdifferierade malmlösningarna rönt inflytande av det förhärskande komponentsystemets (SiO_2 —FeO— Fe_2O_3) berörda kemisk-fysikaliska förhållanden, hade föredr. proportionerat anförda komponenter för ett mycket stort antal malmanalyser i det molekylarprocentiskt uttryckta ternärdiagrammet. Därvid ha, i anslutning till vad ovan anförts, MgO- och CaO-kvantiteterna sammanförts med FeO-kvantiteten till en RO-komponent. Beräkningarna omfatta så gott som alla i den geologiska litteraturen tillgängliga analysuppgifter och den stora mängd av tekniska analyser, som anförts i Jernkontorets samlingar (1906, 1931). En noggrann sovring hade utförts för att skilja ut verkliga rikmalmer, vilka så att säga representera malmmagman själv, så när som på den växlande delen av dess bortgångna volatiler. »Utspädda» malmer, impregnationsmalmer, som ju måste antagas utgöra

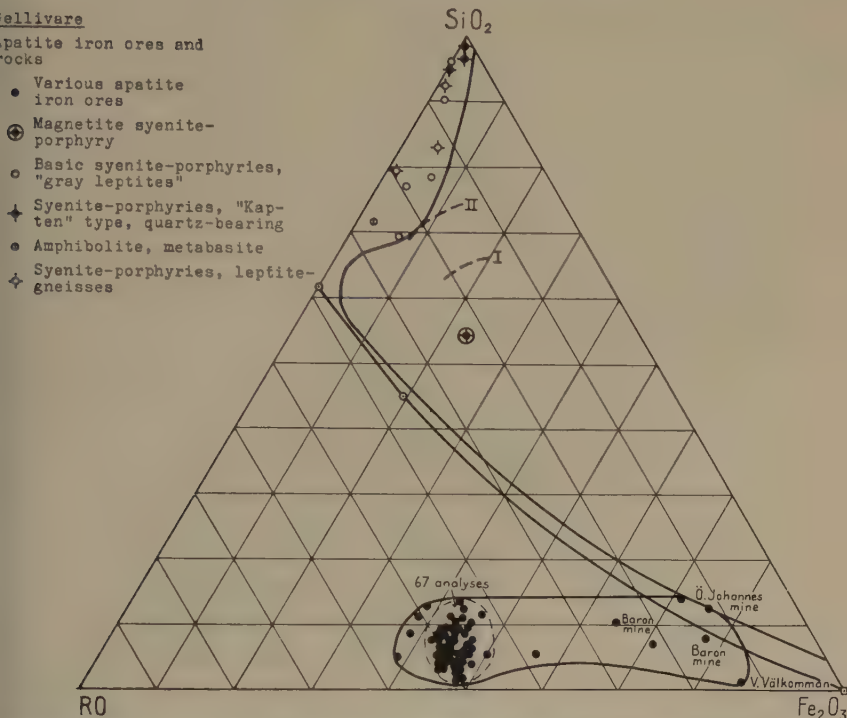


Fig. 24. Gällivareområdets malmer och bergarter i SiO_2 — RO — Fe_2O_3 -diagrammet. I diskontinuitetsfältet faller endast den analyserade magnetitsyenitporfyren.

Ores and rocks of the Gällivare area, calculated in the SiO_2 — RO — Fe_2O_3 diagram. Only the analysed magnetite syenite-porphyry falls within the area of discontinuity.

blandningar av den ursprungliga malmlösningen och en mer eller mindre frammanförande sidosten, ha helt och hållet uteslutits. Vårt statistiska studium gäller sålunda givetvis malmlösningen själv. För Kiruna, Tuolluvaara och Gällivare föreligga sammanlagt omkring 150 analyser; äldre analyser än från år 1880 och ofullständiga analyser ha ej medtagits. För de mellansvenska fälten föreligger ett ännu större antal, omkring 170 stycken, vilka i följande diagram markerats med olika tecken för olika malmfält. Beträffande de amerikanska representanterna från Adirondack och Missouri föreligga ett 25-tal analyser, för de uraliska något mer än ett dussin. För hela världen ger detta ett sammanlagt analysantal av omkring 350.

Betrakta vi specialdiagrammen (fig. 23—28), framgå många intressanta detaljer. Den egentliga Kiruna—Tuolluvaara-typen kan sägas vara apatitjärnmalmen *sensu stricto*, som för övrigt så gott som exakt motsvarar Gällivares och de mellansvenska fältens rikmalm och de

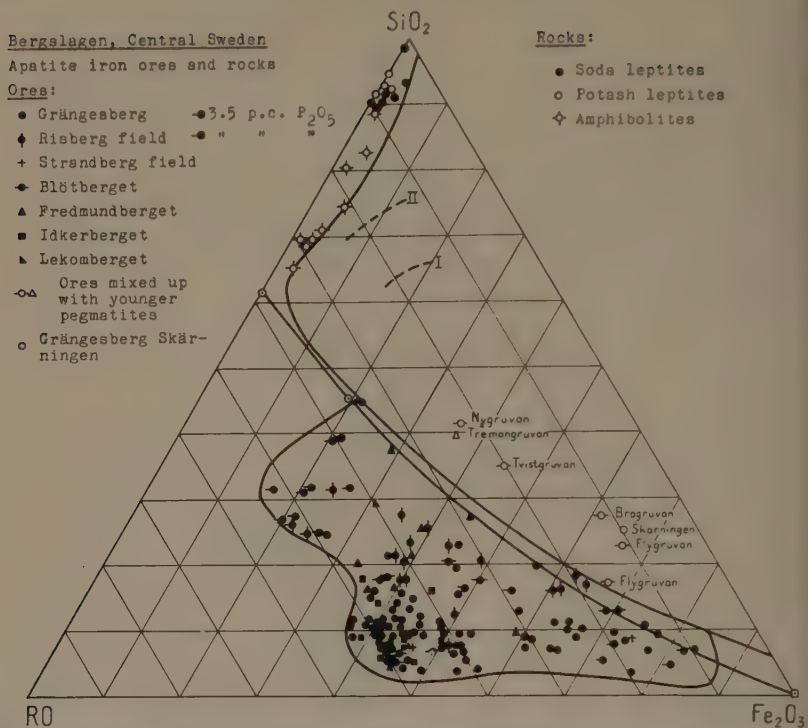


Fig. 25. Bergslagens malmer och anslutna bergarter i $SiO_2-RO-Fe_2O_3$ -diagrammet. Beträffande de inom diskontinuitetsfältet fallande analysorterna se texten.

Ores and rocks of the apatite ore-bearing areas of Central Sweden.

rikaste malmerna i Mineville-distriktet, Adirondack och ävenså de rikaste Uralmalmerna. Hela gruppen är en extremt differentierad typ kiselsyrefattig och föga apatitrik. Den koncentrerar sig till mittlinjen magnetitlinjen, i diagrammet. En speciellt intressant grupp bilda Gällivares blodstensmalmer, som med Östra Johannes m. fl. angivna malmkroppar synas markera gränsen för kiselsyreblandningens kvantitet vid hög blodstenshalt. Försättningen av denna gräns mot SiO_2-FeO sidan kommer även att innesluta ett antal analysorter (19 st.), som faller något utanför den av GREIG, BOWEN m. fl. funna blandbarhetsgränsen i det ternära systemet. Föredr. fann det sannolikt, att den så, på empirisk väg funna, gränsen borde bättre motsvara naturens gränsläge för de ternära $FeO-Fe_2O_3$ -rika lösningarna än den något osäkra, experimentellt funna gränsen.

Några fåtaliga analysorter falla utanför denna gräns. Av Kiruna gruppen är det ett par av de sannolikt sekundärt kvartsförande, hängande malmer i Luossavaara (Rektorsmalmen och Valerius). Möjlige

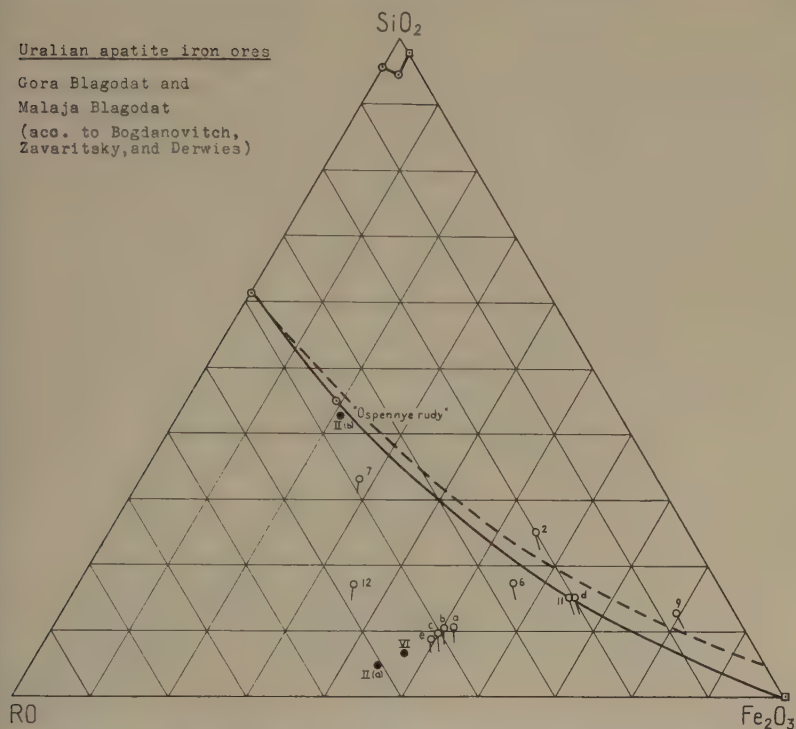


Fig. 26. De uralska järnmalmerna i SiO₂—RO—Fe₂O₃-diagrammet.

The Uralian apatite iron ores in the SiO₂—RO—Fe₂O₃ diagram.

ha analysproven fört sekundär åderkvarts. Gällivaregruppen saknar undantag, men beträffande Adirondackgruppen falla ett par martitiserade, av KEMP såsom ursprungliga magnetitmalmer betecknade malmgångar utanför (Arnold mines). I fråga om Bergslagsmalmerna visa sig 7 stycken falla utanför det empiriskt funna distributionsfältet. En detaljgranskning av dessa är intressant. Den enda avvikelser i Grängesbergfältet utgör Skärningens segmalm, dess fjälliga blodsten, som ju tolkats såsom ett slags impregnationsmalm. Övriga avvikelser giva Flygruvan, Brogruvan och Tvistgruvan i Blötbergfältet. Av dem är Flygruvan en av de på yngre pegmatitgångar rikaste gruvorna, som finnas i Bergslagen, och detta torde även gälla Brogruvan, som enligt MAGNUSSENS uppgift (1944) omgives av pegmatit. Om Tvistgruvan saknas närmare uppgift. Tremangruvan i Fredmundbergfältet slutligen ligger enligt gruvkartan i en pegmatitstock. Det är tydligt, att de anförda avvikelserna äro att tillskriva sekundära förhållanden, framför allt att pegmatitmaterial i ganska betydande utsträckning blivit in-

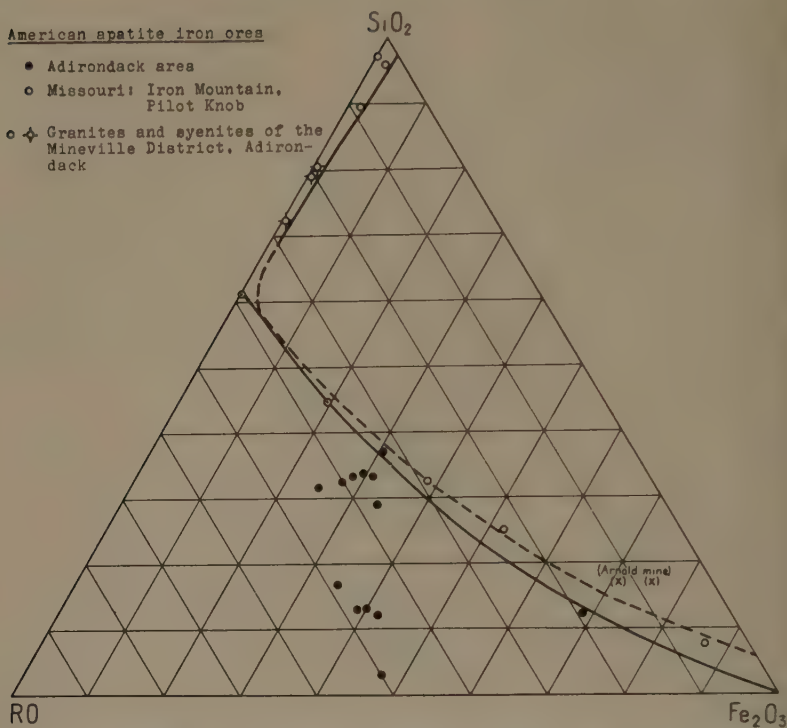
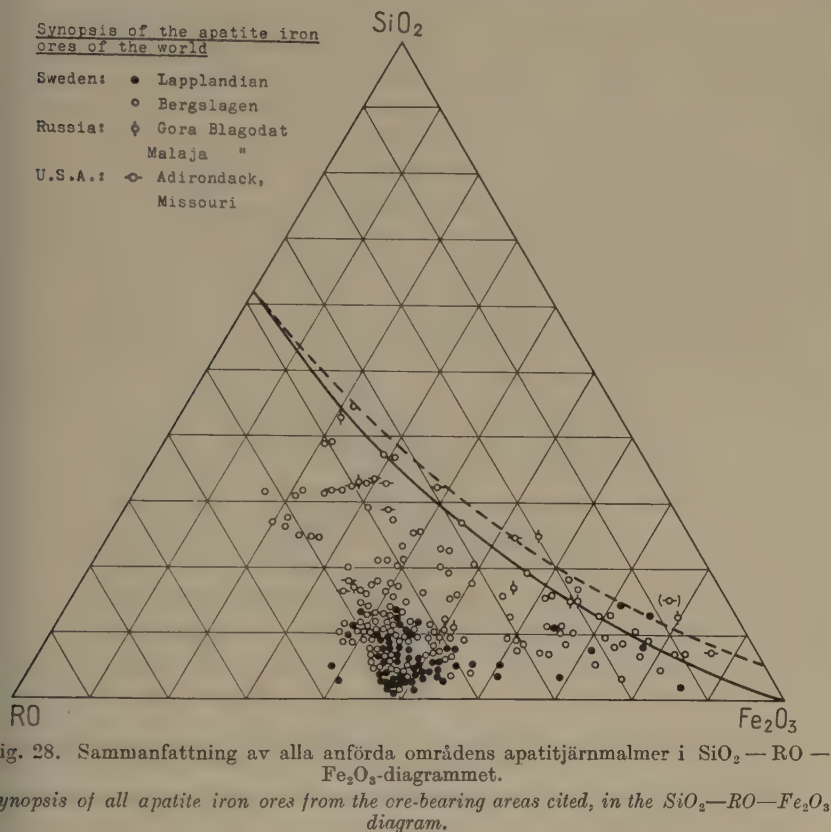


Fig. 27. De amerikanska rikmalmerna av fosformalmstyp i SiO_2 — RO — Fe_2O_3 -diagrammet.

The richest American apatite iron ores in the SiO_2 — RO — Fe_2O_3 diagram.

blandat i generalprovsmaterialet. Antagandet bestyrkes av vad som beskrivits från anrikningsförsök med Missourimalmerna (F. D. DE VANEY och S. R. B. COOKE 1928).

Innan de generella slutsatserna om de presenterade diagrammens teoretiska betydelse framläggas, är det lämpligt att med några ord beröra materialets fullständighet. De tekniskt-kommersiella analyserna för Kiruna—Gällivare representera naturligen de rika försäljningsprodukterna. Av skarnmalmen saknas översiktsanalyser. De uppfattas ju som reaktionsprodukter mellan malmlösning och sidosten och skulle därmed sakna värde för den företagna undersökningen över de ursprungliga malmlösningarnas sammansättning. Denna kan i viss mån tänkas vara representerad av skarnmalmenas rikmalmspartier, liksom naturligen även i fråga om impregnationsmalmenas. I många fall torde skarnmassornas rikmalmspartier komma de normala rikmalmenas sammansättning mycket nära, såsom man t. ex. kan konstatera i fråga om rikmalmspartierna i Idkerbergets kända impregnationsmalmszon



(pegmatitmalmerna). Ett detaljerat studium över vad man kunde anse vara mera »primära» partier av skarnmalmerna, torde kunna utfylla de mera kiselsyrekrävande partierna framemot diagrammets markerade gränser för primärmalmernas övre gräns i fråga om halt av kiselsyra och så vidare säga ursprungliga skarnmineral. I Bergslagen, där också dylika mera primära skarnmalmspartier liksom även primärt kvartsfältspatförande skarnmalmer eller apatitrikare malmarter analyserats, blir variationsområdet väsentligt större än för de norrbottniska fyndigheterna. Beträffande sammanställningen över Uralmalmerna är också att anse, att analysmaterialet delvis är mycket gammalt och utan titanbestämningar, varför SiO_2 -mängden obehörigen blivit alltför stor i många av dem. Detta har i diagrammet antytts med de från analysorterna utgående strecken, som anvisa, i vilken riktning deras korrektare placering kunde förväntas (fig. 26).

Summeras iakttagelserna över de statistiskt funna utbredningsom-

Magnetite syenite-porphyries
of Pahtosvaara, Kirunavaara,
and Gellivare

A-A₁ Upper limit of the 2-liquid field

I-I Limit for solutions of pure alkali-feldspars

II-II Limit for solutions of 25 p.c. alkali-feldspar and 75 p.c. SiO₂

1-3 Magnetite syenite-porphyries, Pahtosvaara, calculated

4 Magnetite syenite-porphyry, Kirunavaara, analysed

5 Magnetite syenite-porphyry, Gellivare, analysed

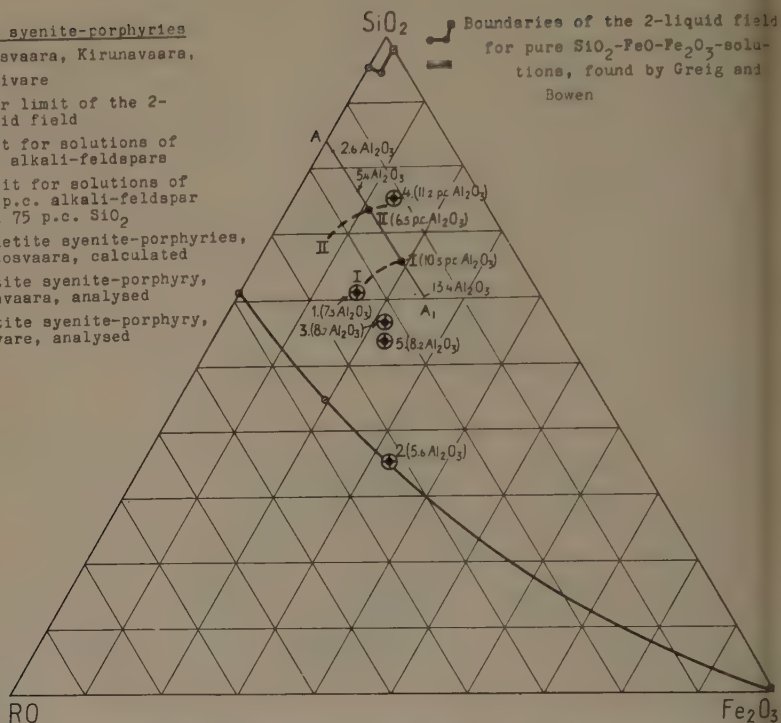


Fig. 29. De svenska magnetitsyenitporfyrens utbredningsområde i SiO₂—RO—Fe₂O₃-diagrammet.

The Swedish magnetite syenite-porphyries in the SiO₂—RO—Fe₂O₃ diagram.

rådena för världens apatitjärnmalmer, menade föredr. det vara ofrånkomligt, att de i sin differentiationshistoria visa så nära samband med vad man medelst experimenten funnit gälla för systemet SiO₂—FeO—Fe₂O₃, att ingen annan slutsats synes möjlig, än att malmlösningar blivit fränskilda från en silikatmagmamas redan i det flytande stadiet, d. v. s. malmerna äro att uppfatta som likvationsdifferentierade. Orsaken därtill måste vara att söka i vissa delmagmors höga halter av komponenten Fe₂O₃. Vi behärska givetvis icke frågan, om de naturliga komponentkomplexerna ägt större eller mindre halter av vatten och övriga volatiler. En rad gradationer äro sannolika från de relativt torra, kvartsfattiga magmatyper, som givit upphov till pyroxen-, spinell- och perthitförande, konjugerade malm- och bergartsdifferentiat, över till de högt uppoxiderade blodstensrika magmakomplex, som givit upphov till surare bergartsdifferentiat, kvartsporfyrrer, konjugerade med blodstensrika malmlösningar, vilkas fortsatta geologiska verksamhetsområde

tydligt oförmedlat glidit över i temperaturstadier *under* de egentliga magmatiska stadierna, det speciellt pneumatolytisk-hydrotermala eller det, enligt den av GEIJER upptagna termen, *pneumotektiska* stadiet. En fortsättning över till så låga stadier, som tillåtit lösningarnas direkta utfällande vid jordytan, synes ej heller orimligt att antaga. Ett klarläggande av enskildheterna i differentiationsförloppen och malmdeponeringen är en uppgift för fortsatt studium under aktgivande på de synpunkter, som här menas ha blivit sammanbragta under en enhetlig förklaringsprincip. Det framgår av en jämförelse med GEIJERS geologiska resultat, att någon avvikelse från dessa ej föreligger mer än för sannolikheten av existensen av även ett högre temperaturstadium för differentiationsförloppen i vissa fall och därutinnan, att förklaringsprincipen för differentiationsförloppets natur närmare fixerats på grundval av ett statistiskt lagbundet observationsmaterial.

I diagrammen ha även beräknats orterna för de malmförande bergarternas lägen. Därmed torde man bättre än med de från de hittills starkt begränsade experimenten anförda gränssyrtorna få fram de i naturen förhärskande diskontinuitetsfälten mellan differentiationspolerna, silikatbergart och malm. De artificiella begränsningslinjerna (fig. 22—25, I och II) synas i naturen fortsättas av parallellinjer, som visa en alltmer inskränkt blandbarhet med tilltagande kiselsyrehalt (jfr exempelvis begränsningslinjen för de syenitiska, kiselsyrefattiga Kiruna—Gällivare-bergarterna i förhållande till de kiselsyrerikare bergarterna från Bergslagen, vilka senare dock ingalunda äro extremt acida).

Inom diskontinuitetsfältet falla endast ett *känt* bergartsslag, nämligen de omtalade *magnetitsyenitporfyrrerna*. Dessa framstå sålunda som ett slags modernmarmor till malm i kombination med syenitporfyr, såsom HÖGBOM tänkte sig redan år 1898, innan de voro kända i Sverige. Med all sannolikhet föreligger här ett dock relativt inskränkt differentiationsfall, som dock är värt ett ingående studium. Här skall frågan i korthet belysas (jfr fig. 29). Av magnetitsyenitporfyrrer finnas endast två analyserade, den ena från Nokutusjärvi. Den faller vid den experimentellt funna diskontinuitetsytan II, den för kvartsiga bergarter. Den andra, från en lokal Ö om Kaptensmalmen i Gällivare, faller långt ute i diskontinuitetsområdet. Såsom SUNDIUS framhållit, varierar magnetitkvantiteten i bergarterna mycket starkt från magnetitfattiga ända till sådana med 80 % magnetit. Den vanligaste typen (jfr ovan s. 154) motsvarar gränsläget för diskontinuitetsytan åt $\text{RO} - \text{Fe}_2\text{O}_3$ -sidan, såsom framgår av en av föredr. utförd volymetrisk analys av den praktiskt taget endast av albit och magnetit bestående bergarten (diagrammet, N:o 2). Av övriga volymetriskt analyserade magnetitsyenitporfyrrer har

N:o 1 en mycket komplex sammansättning med höga halter av epidot och hornblände samt vid sidan av albiten sannolikt en viss ortoklashalt. Den utgör en så att säga magnetitrik, basisk syenitporfyr. Vid längre driven differentiation borde den giva en skarnmalm och en normal syenitporfyr.

Om man, såsom förut anförts, bortser från förutnämnda magnetit syenitporfyrtyp N:o 2, finnes knappast en dylik porfyrboll, som är lik den andra. Magnetithalten är sålunda mycket variabel, även fläckvis olikartad. De mandelartade småkomplexen erinra om de från syenitporfyrerna kända mandelstenarna. I konglomeraten förekomma dessutom mängder av helt magnetitfria syeniter å ena sidan och grovkristallinisk malm å den andra. Det verkar sålunda, som om det vore en ytterst inhomogen massa av alla dessa komponenter, som brutits upp och överförts till Kurravaarakonglomeratets rullstenar. Föredr. framkastade tanken, att det åtminstone delvis varit en inhomogen, under differentiation varande effusivkomplex, som först fixerats genom hastig, delvis ofullständig kristallisation i sitt ofullbordade differentiationsförlopp och därefter brutits upp, kanske även genom vulkaniska explosioner vid sidan av normal erosion. Likheten med de av GEIJER skildrade förhållandena från Ojos de Agua skulle därmed bli ganska fullständig. Magnetitens intressanta kristallisationstyper, dels som en nästan glasig restlösning i magnetitsyenitporfyrerna och dels som pegmatitiskt grova korn i malmen, synas få en rimlig förklaring dels genom att, såsom SUNDIUS antagit, porfyrerna varit effusiva, dels genom att den partiellt utdifferentierade malmmagman bildat ett gångnät i den effusiva komplexen, gångar, som genom volatilhålden bringats att kristallisera långt under magnetitens egentliga kristallisationstemperatur och därmed haft svårt att bilda kristallisationskärnor samt erhållit en halvt pegmatitisk utbildning i ett måhända underkyllt kristallisationsstadium.

Det anförda differentiationsfallet torde vara ett specialfall. För Kiruna har det nästan enbart teoretiskt intresse. Vid ett bedömande av stormalmens differentiationshistoria har man utan tvivel att, såsom GEIJER redan i gradualavhandlingen anfört, taga hänsyn jämväl till kvartsporfyrarnas nära geologiska förband med malmen. Föredr. belyste med några diagram över bergarternas SiO_2 -RO- KAlO_2 -fördelning, att Lapplands eruptivsvit måste antagas förete speciella differentiationsförlopp och att den inledande differentiationen, t. ex. i Kirunafältet, borde bestå i en uppdelning grönsten—komplex porfyr av snarast trakandesitisk eller kvartstrakytisk sammansättning, vilken senare inbegrepe bägge de därefter avdifferentierade leden syenitporfyr—kvartsporfyr med malm. I viss utsträckning avdelades malmmaterialet

även å grönstenarna, ett från den järnrika stammagman nedärvt särdrag.

I fråga om Bergslagens apatitjärnmalmförande berggrund syntes i stort differentiationsförloppet vara enklare. Bortse vi från den speciella kali-natronuppdelningen, schematiserar sig förloppet i stort såsom en uppdelning i en grönstensmagma och en leptitmagma, paret amfibolit—natronleptit. Idkerbergsfältets malmförande amfibolitorisont visar, att malmaterialet i vissa fall synes kunna avdelas mera fullständigt även på grönstensfasen från huvuddifferentiationen, men i övrigt har den i de allra flesta fall överförts till den sura silikatfasen, leptiten. Några motsvarigheter till magnetitsyenitporfyryrna, alltså i detta fall relativt sura bergarter, som så att säga »quenchats» i mellanstadiet leptit—malmmagma, synas ännu ej ha upptäckts, och med hänsyn till den högre kiselsyrehalten i denna berggrund torde även differentiationsförloppet varit mera spontant än i fråga om magnetitsyenitporfyryrnas ofullständiga uppklyvning. Omöjligt synes det dock ej vara att kunna återfinna mellanbergarterna även i anförda terränger.

Av särskilt intresse synes beträffande Grängesbergssfältet vara, att man här får en rekurrens av något, som i sin mån liknar, vad man kunde tänka vara stammagman till den odelade silikatiska magmakomplexen med även dess malmkomponent. Det är de av N. H. MAGNUSSON beskrivna intermediära gångbergarter, som förekomma i Exportmalmfältet och anförts under namn av porfyrit- och andesitgångar. Dessa, liksom Idkerbergssamfiboliterna, ha en mindre vanligt hög järnhalt, stigande till 14 à 18 % $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$. Bergarterna vore värda en detaljerad spårelementanalys.

En summering av den föreliggande undersökningens resultat ger vid handen, att apatitjärnmalmerna otvetydigt äro differentiationsprodukter av så att säga lägre ordning av stammagmor eller eruptivprovinser med alldeles bestämda kemiska särdrag. Ett sådant är den relativt låga kiselsyrehalten, ett annat den merendels utpräglade natronrikedomen, som, även om till och med ganska extremt kalirika differentiat verkligen förekomma, likväl är kvantitativt dominerande. Förhöjd titanhalt, vanadinhalt och framförallt halt av 3-värt järn samt fosfor är kännetecknande för alla eruptivprovinsernas differentiat. Föredr. föreställde sig, att särdragen i förhållande till de vanliga subalkalina bergarts-serierna äro primärmagmatiska karaktärer, som synas tillhöra vissa stråk eller ytor av ursprungligen subkrustal natur. En viss analogi med de av J. E. SPURR antagna metallogenetiska provinserna eller zonerna syntes av den anförda deduktionen framkomma.

I fråga om apatitjärnmalmernas speciella differentiationsproblem fann

föredr. det svårfrånkomligt, att de avskilts genom begränsad blandbarhet i det flytande magmastadiet. I kraft av sitt exempel utgöra de ett starkt stöd för likvationsteoriens generella betydelse för bergartsdifferentiationen. Apatitjärnmalmerna gäve även enligt föredr:s mening ett förhållandevis lättförståeligt och tydligt exempel på huru man får tänka sig, att utskiljandet av de malmbringande lösningarna från silikatbergartsmagmor har försiggått. I deras specifika kemiska särdrag, särskilt den metallurgiskt så betydelsefulla fosforhalten, äger man en gynnsam möjlighet att följa de malmbringande lösningarna från intrusivmalm till dennas mest avlägsna emanationer. Därigenom får malmgruppen en generell betydelse, som ej får underskattas, och för tolkningen av många av våra malmenetiska problem synes den erbjuda de bästa utgångspunkterna.

Sveriges Geologiska Undersökning, januari 1949.

Litteraturförteckning

Här upptages flertalet i föredragsreferatet nämnda skrifter; erforderlig komplettering står att erhålla i P. GEIJERS »Selected bibliography» i The iron ores of the Kiruna type. — Sver. Geol. Unders., Ser. C, N:o 367; Årsbok 24 (1930), N:o 4, Stockholm 1931.

- ASKLUND, B., 1925: Petrological studies in the neighbourhood of Stavsjö, at Kolmården. Granites and associated basic rocks of the Stavsjö area. — Sver. Geol. Unders., Ser. C, N:o 325; Årsbok 17 (1923), N:o 6.
- , 1931: De mellansvenska malmerna. S. 184—198 i W. Ramsays Geologiens Grunder, 3:dje uppl. Omarb. av Pentti Eskola, Bror Asklund, Gustaf Troedsson och Matti Sauramo. Del II. Stockholm.
- BENSON, W. N., 1915: The dolerites, spilites and keratophyres of the Nundle district. — Proc. Linnean Society, New South Wales, 1915.
- BOGDANOWITSCH, K., 1910: Die Eisenerze Russlands. — The Iron Ore Resources of the World, I. Stockholm.
- BOWEN, N. L., 1928: The evolution of the igneous rocks. Princeton University Press.
- , SCHAIRER, J. F., and WILLEMS, H. W. H., 1930: The ternary system: Na_2SiO_3 — Fe_2O_3 — SiO_2 . — Amer. Jour. Sci., 5th Ser., 20.
- BUDDINGTON, A. F., 1939: Adirondack igneous rocks and their metamorphism. — Geol. Soc. of America, Mem., 7.
- DALY, R. A., 1915: Origin of the iron ores at Kiruna. — Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland, anordnade av Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag, Stockholm.
- DERWIES, VERA, 1937: The magnetite deposit of Mount Blagodot. — Intern. Geol. Congr. XVII. Sess., USSR, 1937; The Uralian excursion, the northern part, edited by A. N. Zavaritsky.
- DE VANEY, F. D. and COOKE, S. R. B., 1928: Laboratory concentration of the Missouri iron ores of Iron Mountain and Pilot Knob. — Bull. School of Mines and Metallurgy, Techn. Ser., 2 (3).
- GEIJER, P., 1910: Igneous rocks and iron ores of Kiirunavaara, Luossavaara and Tuolluvaara. — Scientific and practical researches in Lapland arranged by Luossavaara Kiirunavaara Aktiebolag, Stockholm.
- , 1914: Amerikanska representer för Lapplandsmalmer typ. — Geol. Fören. Förhandl., 36.
- , 1916: Notes on albitization and the magnetite-syenite-porphyrries. — Ibid., 38.
- , 1919: Recent developments at Kiruna. — Sver. Geol. Unders., Ser. C, N:o 288; Årsbok 12 (1918), N:o 5.

- ELJER, P., 1920: Tuolluvaara malmfälts geologi. — Ibid., Ser. C, N:o 296; Årsbok 13 (1919), N:o 5.
- , 1929: Masugnsbyfältens geologi. — Ibid., Ser. C, N:o 351; Årsbok 22 (1928), N:o 1.
- , 1930: Gällivare malmfält. Summary: Geology of the Gällivare iron ore field. — Ibid., Ser. Ca, N:o 22.
- , 1931: Berggrunden inom malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. Summary: Pre-Cambrian geology of the iron-bearing region Kiruna—Gällivare—Pajala. — Ibid., Ser. C, N:o 366; Årsbok 24 (1930), N:o 3.
- , 1931: The iron ores of the Kiruna type. — Ibid., Ser. C, N:o 367; Årsbok 24 (1930), N:o 4.
- och MAGNUSSON, N. H., 1944: De mellansvenska järnmalmernas geologi. — Ibid., Ser. Ca, N:o 35.
- REIG, J. W., 1927: Immiscibility in silicate melts. — Amer. Jour. Sci., 5th Ser., 13.
- , 1927: On liquid immiscibility in the system $\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. — Ibid., 5th ser., 14.
- REDVALL, J. A. och SJÖMAN, P., 1930: Ueber Umsetzungen zwischen Eisen-3-Oxyd und Silizium-oxyd. — Svensk Kem. Tidskr., 42.
- RÖGBOM, A. G., 1898: Om de vid syenitbergarter bundna järnmalmerna i östra Ural. — Geol. Fören. Förhandl., 20.
- , 1910: The Gellivare Iron Mountain. — Ibid., 32.
- JOHANSSON, H. E., 1910: Die eisenerzführende Formation in der Gegend von Grängesberg. — Ibid., 32.
- , MUNTHE, H. och SANDEGREN, R., 1924: Göteborgstraktens geologi: Berggrunden. Göteborgs Litografiska Anstalt.
- Jernkontoret, 1931: Analyser å svenska järn- och manganmalmer.
- LEMP, J. F., 1908: The Mineville — Port Henry mine group. New York State Museum, Bull. 119.
- LAKE, M. C., 1932: The iron-ore deposits of Iron Mountain, Missouri. — Intern. Geol. Congr., XVI. Sess., Guidebook 2: Excursion A—2. Mining districts of the Eastern States.
- LANDERGREN, S., 1943: Geokemiska studier över Grängesbergsfältets järnmalmer. — Ingeniörsvetenskapsakad. Handl., 172.
- , 1948: On the geochemistry of Swedish iron ores and associated rocks. — Sver. Geol. Unders., Ser. C, N:o 496; Årsbok 42 (1948), N:o 5.
- LINDROTH, G. T., 1916: Geologiska och petrografiska studier inom den järnmalmsförande formationen omkring Ramhäll. — Ibid., Ser. C, N:o 266; Årsbok 9 (1915), N:o 2.
- LOOSTRIM, R., 1939: Lönnfallet. Southernmost part of the Export Field at Grängesberg. — Ibid., Ser. C, N:o 428; Årsbok 33 (1939), N:o 8.
- MAGNUSSON, N. H., 1938: Neue Untersuchungen innerhalb des Grängesbergfeldes. — Ibid., Ser. C, N:o 418; Årsbok 32 (1938), N:o 8.
- , 1944. Se Geijer, P. och Magnusson, N. H.
- NEWLAND, D. H., 1908: Geology of the Adirondack magnetic iron ores. — New York State Museum, Bull., 119.
- , 1911: Notes on the geology of the Swedish magnetites. — Ibid., 149. Seventh Rep. of the Director. Albany.
- RIEDELSEN, W. och MAETZ, H., 1941: Das Verhalten des Flusspathes und der Calciumphosphate gegenüber dem Eisenoxydul im Schmelzfluss und seine metallurgische Bedeutung. — Mitt. Kaiser-Wilhelm-Institut f. Eisenforsch., 23, Liefg. 12, Abb. 421.
- SALINAS, L. SALAZAR, 1923: El Cerro de Mercado-Durango. — Instituto Geológico de México, Bol., 44.
- , 1945: Estudio de las yacimientos ferríferos de México, Fascículo II, Yacimientos del grupo del Norte. — Investigaciones Industriales del Banco de México.
- STANGEWALD, J. T. and MILTON, CH., 1929: Origin of iron ores of Iron Mountain and Pilot Knob, Missouri. — The Amer. Inst. of Min. and Metallurg. Engineers, Technical Publ., 197, Cl. I, Min. Geol., 22.
- STRÖMBERG, S. E. och LINDÉN, J., 1937: Försök rörande möjligheten att framställa vattenfritt ferrisilikat. — Jernk. Ann., 121.
- TEIDTMANN, E., 1932: The iron-ore deposits of Pilot Knob, Missouri. — Intern. Geol. Congr., XVI. Sess. Guidebook 2: Excursion A-2, Mining districts of the Eastern States.
- TRUTZER, O., 1907: Geologie und Genesis der lappländischen Eisenerzlagertstätten. — Neues Jahrb. f. Min. etc., Beil. Bd. 24.
- UNDIUS, N., 1912: Pebbles of magnetite-syenite-porphyry in the Kurravaara conglomerate. — Geol. Fören. Förhandl., 34.

- SUNDIUS, N., 1915: Beiträge zur Geologie des südlichen Teils des Kirunagebiets. — Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland, anordnade av Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag. Uppsala.
- , 1916: Zur Frage der Albitisierung im Kirunagebiet. — Geol. Fören. Förhandl., 38.
- , 1923: Grythyttfältets geologi. — Sver. Geol. Unders., Ser. C, N:o 312; Årsbok 16 (1922), N:o 2.
- , 1930: On the spilitic rocks. — Geol. Mag., 67.
- , 1931: Om Linagranitens åldersställning. — Geol. Fören. Förhandl., 53.
- , 1944: Idkerberget. Se GEIJER, P. och MAGNUSSON, N. H.: De mellansvenska järnmalmernas geologi, s. 489 ff.
- VOGT, J. H. L., 1927: On the genesis of the iron ore deposits of the Kiruna type. — Geol. Fören. Förhandl., 49.
- ZAVARITSKY, A. N., 1927: Classification of magmatic ore-deposits. — Econ. Geol., 22.
-

Notis

Geologutbildningen under debatt

Några kommentarer i anknytning till senaste årens amerikanska och engelska inlägg.

För varje i utveckling stadd vetenskap är det angeläget att även sörja för återväxten, så att denna blir kvalitativt den bästa möjliga och därjämte kvantitativt tillfredsställande. Det gäller även se till, att de nytillkommande forskarna få gynnsam start och goda betingelser att utöva sin vetenskap. Frågan om geologyrkets rekrytering har ju också i hög grad beaktats av vår förening; sällan har väl en debatt varit så livlig, som då denna angelägenhet ventilerades i maj 1945 — och sällan ett mötesreferat så omfattande. I februari 1947 hade föreningens medlemmar sedan särskild anledning att tänka igenom och taga ställning till ett då framlagt förslag till omläggning av utbildningen i vårt ämne, och i dagarna sträva svenska geologer att inom ramen av en just genomförd ämnesuppdelning, om vilken skilda meningar råda, få in det bästa och mesta möjliga av geologiens väsentligheter. Frågan om en ny, ändamålsenlig examensform, som skall bättre än hittills tillgodose forskarutbildningens behov, är just nu under debatt för de svenska universitetens vidkommande och påkallar jämväl geologernas uppmärksamhet — alla utövande geologers lika väl som de akademiska lärarnas, för att nu ej tala om de studerandes. Att geologutbildningen i flera länder lagts om eller omläggning varit på tal, torde vara bekant; just nu är den föremål för översyn i Nordamerika och England. Ungefär vid tiden för vår svenska geologrekryteringsdebatt tog R. L. Longwell upp frågan i *Science*, och sedan dess har ärendet för U. S. A:s och Canadas vidkommande grundligt penetrerats. Inom loppet av tre år ha icke mindre än sex — eller, om man så vill, sju — konferenser hållits över temat *Training in Geology*. Ett flertal sammanslutningar och institutioner ha medverkat: Geological Society of America, American Association of Petroleum Geologists, Division of Geology and Geography of the National Research Council, the Geology Section of the American Association for the Advancement of Science och flera andra. U. S. Geological Survey har, om än inofficiellt, lämnat värdefulla bidrag till debatten. Ett flertal kommittéer ha förberett konferenserna. Den viktigaste av de senast verksamma kommittéerna meddelade ännu i början av 1948, att den behövde ytterligare ett år för sitt slutbetänkande.

Redan på den välbesökta konferens nummer ett, som Geol. Soc. of America anordnade i denna angelägenhet, konstaterades, att det var ett av sällskapets viktigaste sammanträden på de senaste 15 åren, och fortsättningen understryker den vikt, man tillmätt ärendet. Bortåt 25, på förhand utarbetade föredrag ha hållits vid konferenserna i fråga (kommittésammanträdena oräknade), och diskussionsinlägg ha gjorts i hundratal. Förhandlingarna ha upptagits stenografiskt och undan för undan tryckts in extenso i *Interim Proceedings of the Geological Society of America*, särskilt 1946, Parts 2, 4, 5; 1947, Part 1; 1948, Part 2. Denna fullständiga diskussionsprotokollpublicering

— f. ö. ett förfarande på gott och ont ur läsarens synpunkt — har säkerställt en viss kontinuitet i debatten.

Det finns flera skäl för det stora intresse, dessa diskussioner väckt, och det myckna arbete, som nedlagts på denna sak. Sålunda ha både undervisare och utövare av geologien funnit behov av reformer i utbildningen (ehuru denna står på en mycket hög nivå på många håll i Amerika); man har känt en viss otillfredsställelse över resultatet (å andra sidan: »The chief problem is not so much one of instruction as one of induction»). Det klagas exempelvis, att efter 7 års fackutbildning den unge geologen ännu ej förvärvat »a satisfactory training for the work he is going to do». Man har också bekymmer med att få fram tillräckligt många nya ämnessvenner — vilket kanske icke är så underligt, när man hör, att redan forskningen efter och i samband med olja beräknas kunna absorbera 5 000 geologer (då väl medräknade sådana av ganska enkel, men sannolikt effektiv rutinstandard).

Nu är det visserligen sant, att, på grund av geologernas delvis olikartade arbetsuppgifter och undervisningsväsendets organisation, erfarenheter och synpunkter från amerikansk geologutbildning endast i begränsad omfattning äro direkt tillämpliga på våra förhållanden. Mer än hälften av de c:a 240 sidorna lär väl en svensk läsare ganska saklöst kunna hoppa över. Men det torde ej behövas någon närmare förtrogenhet med amerikanskt college- och universitetsväsen för att man ur debatten skall kunna sälla ut mångt och mycket, som är värt att beakta och överväga också här. Att erfarna och kring-synta geologer i Amerika i flera avseenden kommit till ungefär samma uppfattning, som prof. Geijer tidigare framlagt här, är ganska naturligt.

Från de starka meningsmotsättningarna i debattens tidigare skeden, då redan de olika synpunkternas framläggande och ventilerung var ett resultat av betydelse, tycks man ha nått fram till en ganska god överensstämmelse i en del punkter, i andra gå åsikterna ännu isär. Men redan att ha kommit underfund med problemet brukar ju ibland vara hälften av lösningen.

Det, som kommit fram i debatten, är föga märkligt och på intet sätt revolutionerande, men den stora erfarenhet och myckna eftertanke, som ligger bakom, kan vara skäl också för oss att i tillämpliga delar utnyttja utan att därför på något sätt avstå från en egen och efter våra förhållanden anpassad lösning av våra utbildningsproblem.

Det med geologiens utveckling allt större behovet av goda förkunskaper i de grundläggande naturvetenskapliga ämnena matematik, fysik och kemi understrykes allmänt. Vidare konstateras naturligt nog, att biologiska kunskaper äro behövliga för vissa geologiska grenar. Röster höjas för att utbildningen i dessa hjälpämnen bör för geologens vidkommande inriktas just på geologens behov, så att han även under dessa studier behåller och odlar kontakten med sin egen vetenskap. En och annan manar till mätta med förfordringarna; mången kan vara väl ägnad till geolog utan att ha matematisk inställning, och ett gott matematiksinne är ingen som helst garanti för fallenhet för geologyrket. En skeptiker undrar, om icke geologen ställer upp fordringarna till stor del i gallringssyfte; de utmönstra åtskilliga för studier obekväma, och geologiprofessorn slipper obehaget att underkänna dem. Förfordringarna böra anpassas efter vars och ens behov och ej innefatta så mycket umbärligt, att intresset för huvudämnet släckes. Den akademiske läraren får vidare i den frispråkiga diskussionen en påminnelse om att på tal om förkunskaper också granska sina egna.

På tidiga stadier bör själva geologistudiet hållas översiktligt och mångsidigt, med betoning av fältstudier, som dock också ha sina vedersakare. God allmän översikt över geologiens olika grenar behövs, men mer komplicerade metoder böra anstå till senare utbildningsstadier. I Amerika liksom i Sverige börjar studenten i allmänhet sina geologistudier utan någon nämnvärd förberedelse från skolstadiet. Geologien själv bör icke få ta de tidiga studierna så starkt i anspråk, att grundutbildningen i nödvändiga stödämnen efterlämnas; exempel anföras på resultat från institutioner med sådan tendens.

På högre stadier blir koncentration till någon av geologiens huvudlinjer nödvändig och önskvärd, men inom denna bör utbildningen ha skälig bredd. Alltför snäv specialisering skulle möjligen kunna frambringa en teknik, men icke en vetenskapsman. Å andra sidan få ej kraven på bredd drivas så långt, att fördjupning i någon gren omöjliggöres. Klagomål framföras över att ämnets deskriptiva sida överbetonas, vidare att där kommer in för mycket dogmatism och auktoritetsrespekt och att kraven på umbärliga minneskunskaper ofta få för stort utrymme på självverksamhetens och den egna iakttagelsens och eftertankens bekostnad. För högre stadier kan standarden annars sättas nästan hur högt som helst, tyckas en del optimister mena. Hur svårt det än är, komma studenterna att flockas till det lärosäte, där de ha mycket att hämta. En mer pessimistisk betraktare av den föreslagna radikala standardhöjningen anmärker, att operationen kanske lyckas, men hur går det med patienten?

Någon långtgående standardisering olika institutioner emellan bör icke föreskrivas; de olika lärosätenas möjligheter böra utnyttjas till rikare differentiering.

Men det är ju ej endast tränarens »workmanship», som bestämmer resultaten. Utgångsmaterialet är en ännu mera oundgänglig förutsättning. Det gäller för geologien att få sin skäliga andel av gott utgångsmaterial: studenter med vetenskaplig begåvning och inriktning, i detta fall närmare bestämt fallenhet och förutsättningar för kvalificerad geologisk verksamhet. Det behövs en tillräckligt bred bas för rekryteringen. Geologien måste släppa tillräcklig mängd studenter inom sin attraktionskrets, vilket knappast kan ske genom att man exklusivt inriktar sig enbart på dem, som redan bestämt sig för att bli geologer fullt och helt. Välkomna i stället till föreläsningar, exkursioner och elementära kurser också dem, som blott åstunda en mer elementär insikt i detta fascinerande och även för allmänbildning och världsuppfattning omistliga ämne! Sprid lite mera generöst kännedom om vad geologi är! Det är ingalunda bortkastat på folk med annan huvuduppgift. Naturligtvis blir det en del besvärliga och ovälkomna napp av ungdomar utan rimliga förutsättningar. Men det kan ej undgås, att på det sättet även utmärkta framtida geologer fångas av ämnets tjustring.

Geologien i icke geologispecialiserade studerandes kulturella bagage och som biämne till angränsande vetenskaper uppmärksammas med rätta på ett helt annat sätt i Amerika än här, där denna möjlighet försummas.

För brittiskt vidkommande var geologutbildningen ett huvuddiskussionsämne i den geologiska sektionen av det stora möte, som British Association for the Advancement of Science höll i Brighton i september 1948, en diskussion, till vilken A. E. Truemans »Presidential address»: »Geology to-day and

to-morrow» utgjorde inledningen. Så vitt jag vet, är den det enda hittills publicerade från den debatten. T. N. George behandlade geologiämnet ur kulturella aspekter men särskilt geologien som yrke, även den tillämpade geologien. Han ansåg dock, att specialutbildning för praktiskt geologiskt arbete var en teknisk angelägenhet, som icke kom universitetet vid. Men redan den vetenskapliga geologiutbildningen ställde krav så omfattande, att det vore svårt fylla dem. Helhet och överblick krävdes i utbildningen, och fallstudiernas stora roll underströks. Flera senare talare specificerade förutsättningar och utbildningsgång, delvis utvecklades aspekter som påminde om den förut berörda amerikanska debatten; ytterligare värdefulla uppslag gåvos.

Med H. H. Read svepte friska och stimulerande fläktar av oortodoxa och något stickande vindar genom diskussionen, näppeligen för att bli motsägselöst anammade, snarare för att vädra bland ombonade slentrianföreställningar och välvisa detaljplaner. Överskatta icke utbildningen till undersökningsarbete i fält eller annorstädes, det är blott en teknisk åtgärd och leder ej fram till någon vetenskap! Det ligger endast på sin höjd ett litet ringa korn av sanning i föreställningen, att geologisk kartläggning skulle vara geologisk forskning. Kartläggningen i och för sig är ej alls någon forskning, blott rutin. Forskningen kan sedan möjligen göras med hjälp av kartan. Forskning förtjänar ett arbete kallas, först när det föres fram till en ny idé, som flyttar det verkliga vetandets gränser.

Geologi är en mycket personlig vetenskap. Mycket åstadkommes utan krånglig apparatur. Huvudsaken är, att geologen har gnistan. Har han den, blir han forskare, har han den icke, så blir han aldrig någon forskare, hur förträfflig utbildningen än må vara. Höga betyg och ett fint examensarbete är ej mycket att rätta sig efter — icke ens den mest lysande examensprestation. På professors omdöme hänger det ansvarsfulla avgörandet, om han funnit gnistan eller ej, om studenten är tänkbar för forskning eller ej. Försök aldrig släpa med någon, som saknar gnistan! Så långt Read, internationella geologkongressens store president och själv benäddad med gnistan. Hans uppfattning utvecklades vidare; tendensen är tillräckligt belyst (med någon reservation för minnesfel). Om man bortser från hans förvånansvärt överdrivna uppfattning av professors betydelse visavi studenter med gnistan, så ligger det onekligen mycket i betraktelsesättet, men då börja vi kanske komma på sidan om ämnet: geologutbildningen. En Gerard De Geer klarade sig mycket bra utan någon utbildning i den ämnesgren, där han kom att göra sin stora insats. Men geniernas frekvens lär knappast vara tillräckligt stor för att täcka behovet av vare sig geologer eller andra forskare. Lyckligtvis kunna nog också andra än genier fylla en del vakanser i det geologiska arbetets led. Så utbildningen behövs nog, vilket också Read beaktar med sitt förslag om topputbildningen, koncentration på få elitinstitutioner, men utrymme för hyperspecialister även annorstädes. Kanske vore det ändå oklokt att rata så kräset, som professor Read föreslår.

N. G. Hörner

Anmälanden och kritiker

Zur Gliederung der oberen Kreide in Skandinavien

Ein Diskussionsbeitrag zu JELETZKY: Zur Kenntnis der Oberkreide u. s. w.
Geol. Fören. Förhandl., Bd. 70, Heft 4.)

Von

F. BROTZEN

J. A. Jeletzky gibt im Heft 4 des Bandes 70 dieser Zeitschrift eine Übersicht über die Kreide der Dnjepr-Donetz-Senke und vergleicht mehr oder weniger schematisch diese Ablagerungen mit der Kreide West- und Norduropas. Der letztgenannte Vergleich basiert auf älterer Literatur und Jeletzky hatte scheinbar keine Möglichkeit, die recht zahlreichen Arbeiten aus Skandinavien, die nach 1930 erschienen, zu benutzen. Nach Abschluss eines Manuskriptes hatte er jedoch Zugang zu Troelsens kurzem Vortragsreferat über die stratigraphische Einteilung der Schreiekreide in Dänemark und meinem Aufsatz über den postkimmerischen Bau des südlichsten Schwedens. Daher erfordert der Aufsatz von Jeletzky einige Berichtigungen und einige kritische Beiträge zur Diskussion.

Jeletzky setzt sich unter anderem dafür ein, dass die (veraltete Bezeichnung) »Mukronatenkreide« ersetzt werden muss durch die international angewandten Bezeichnungen Campan und Maastrichtien. In dieser Auffassung stimmt der Autor vollkommen mit Jeletzky überein, was schon 1935 betont wurde (Foraminiferen aus dem schwedischen untersten Senon von Eriksdal) und in späteren Arbeiten (1942 und 1945) ausführlich behandelt wurde. Zunächst stiess eine solche Gliederung der Oberkreide in Skandinavien auf bedeutende Schwierigkeiten. Die Fundorte der leitenden Makrofossilien lagen recht weit zerstreut und ein einheitliches Profil durch die Oberkreide konnte man nur durch Tiefbohrungen erhalten. Diese lieferten nur wenige oder sehr schlecht erhaltene Makrofossilien und waren meistens als Stossbohrungen ausgeführt. Der erste Versuch, ein einheitliches Bild der Entwicklung der Oberkreide im südlichen Skandinavien zu geben, führte zu meiner Arbeit 1938 über den postkimmerischen Bau des südlichsten Schwedens. In diesem Stadium schien *Scaphites constrictus* eine grössere vertikale Verbreitung zu haben und schon vor dem Maastrichtien aufzutreten. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass gerade in den zwanziger und dreissiger Jahren die Diskussion über die Abgrenzung des Maastrichtiens noch im vollen Gang war. In Skandinavien konnte von Troelsen und dem Autor festgestellt werden, dass die »Zone« des *Scaphites constrictus* fast 500 m mächtig war und dies führte dazu, dass der obere Teil dem Maastrichtien und der untere Teil dem Campan zugeordnet wurde.

Mit dem Beginn der neuen geologischen Untersuchung der südwestschwedischen Kreidesenke durch die Schwedische Geologische Landesanstalt im

Jahre 1938 ergab sich, dass das Maastrichtien wirklich eine solche grosse Mächtigkeit wie 500 m hat und dass in der Skandinavischen Senke Kreideschichten unter dem Danien erhalten waren, die in Mittel- und Westeuropa fehlen (siehe Brotzen 1942). Schon in dieser Arbeit (»Foraminiferengattung *Gavelinella*« im Kapitel über das Profil der Bohrung Höllviken) wurden alle Schichten mit *Scaphites constrictus* und *Palmula reticulata* als Maastrichtien angesehen.

Zu diesem Resultat kommt auch Jeletzky 1948, und es ist recht befriedigend, dass Jeletzky auf einem anderen Wege zu dem gleichen Resultat gelangt nämlich: 1) in der Frage zur Begrenzung des Maastrichtiens und 2) dass gewisse Teile der Oberkreide scheinbar in Polen und in der Arktis erhalten sind, die sonst aber, ausser in der Skandinavischen Senke, im übrigen Europa fehlen (die Verhältnisse der Tethys sind nicht mit berücksichtigt).

Soweit stimmt also Jeletzky und der Verfasser gut überein (trotz gegenteiliger Behauptung von J., der die bezügliche Literatur nicht kannte). Einzuwenden hat der Verfasser aber gegen eine andere Behauptung im genannten Artikel. Nach Jeletzky soll die Grenze Campan/Maastrichtien paläontologisch und stratigraphisch sehr scharf sein. Die Grenze ist aber nur paläontologisch zu finden, und danach wird die Stratigraphie entwickelt. — In der Fortsetzung spricht J. davon, dass die Grenze auch lithologisch gegeben sei und Brotzen die lithologisch einheitliche Folge der weissen Kreide zerreisst. Dies ist direkt falsch, da es im Begriff der Fazies liegt, dass zwei lithologisch gleiche Ausbildungen sehr wohl verschieden alt sein können und zwei sehr verschiedene Faziesausbildungen vom gleichen Alter sein können. Das zeigen die Untersuchungen in unserem Gebiet, wo das Obercampan und das untere Maastrichtien in Höllviken petrographisch gut übereinstimmen und als Kalksteine ausgebildet sind, während das obere Maastrichtien mit seiner Feuerstein führenden Schreibkreidefazies wesentlich von den Kalksteinen des unteren Maastrichtiens geschieden ist. Andererseits ist die Schreibkreide von Rügen von der gleichen Bildung, wie das höchste Maastrichtien in Höllviken, trotzdem sie zum mittleren und unteren Maastrichtien gehört.

Eine Prioritätsfrage über einen Formationsbegriff gibt es nur in wenigen Fällen, und die zahlreichen Diskussionen und verschiedenen Auffassungen zwischen 1920 und 1940 zeigen, wie verschieden der Formationsbegriff Maastrichtien gebraucht wurde. Ausserdem ist weder das Hangende noch das Liegende des Typlokals des Maastrichtiens in Maastricht bekannt. Die Fazies ist eine Bryozoen-Trümmerkreide, die sehr an die Bryozoenkreiden des schwedisch-dänischen Daniens erinnert und weit von der Fazies der baltischen Schreibkreide verschieden ist. In diesem Zusammenhang sei an die hervorragenden Arbeiten von Voigt erinnert, der gerade die Lithogenese der küstennahen Ablagerungen der Oberkreide behandelt und die sicher für Jeletzky zugänglich waren. Bei der Abgrenzung der Etagen der Oberkreide geht Jeletzky von Ammoniten und Belemniten aus, beides Gruppen, die regional stark beschränkt auftreten (wie auch Jeletzky betont gegenüber dem Schema von Spath). Dieses Hindernis beim Vergleich von verschiedenen Horizonten auf grössere Entfernungen konnte durch neue Untersuchungen von Foraminiferen oft beseitigt werden, z. B. für das Maastrichtien. Im russisch-asiatischen Gebiet, im Gebiete der ganzen Tethys, im Maastrichtien aller europäischen Vorkommen und in Nord- und Mittelamerika tritt *Palmula* (*Flabellina*) *reticulata* (REUSS) auf und ist ein hervorragendes Leit-

fossil für alle Maastrichtien-Etagen. Darüber hinaus kann man mit Hilfe der Foraminiferen das Maastrichtien weiter untergliedern, und auch diese Gliederung liess sich regional recht gut verfolgen.

Es würde zu weit führen, alle stratigraphischen und faziellen Resultate der letzten Jahre zu referieren. Für Skandinavien, besonders Schweden, hat B. Lundblad 1946 eine Zusammenfassung gegeben, die aber nicht alles berücksichtigen konnte, was petrographisch und paläontologisch vorlag (De sista 35 årens bidrag till kännedom om Sveriges mesozoikum. — Geol. Fören. Förhandl., Bd. 68, H. 2). Im Grossen und Ganzen ist man durch die Arbeiten von S. A. Andersen, Hadding, Hägg, Lundegren, Troedsson und des Autors zu einer bedeutend mehr gegliederten Einteilung der schwedisch-dänischen Kreide gekommen, als die recht schematische Darstellung Jeletzky's. Dabei sind alle die Resultate nicht mitberücksichtigt, die Danish-American Prospecting Co. durch ihre zahlreichen Tiefbohrungen in ganz Dänemark während der letzten Jahre gewonnen hat und die A. Nörvang bearbeitet hat. Diese Resultate sind zwar nicht veröffentlicht, aber in Profilen sowohl den dänischen Geologen als auch dem Verfasser stets zugänglich gewesen. Eine Zusammenstellung der Literatur ist hier nicht gegeben, da sie an anderer Stelle schon mehrmals angeführt wurde.

Einige Berichtigungen

Die Geologische Rundschau 1947, Bd. 35, Heft 1 berichtete kurz über die Tagungen zum 75jährigen Bestehen von Geologiska Föreningen und erwähnte aus P. Geijers Vortrag, dass die Tiefbohrungen in Schonen 2 000 m tief waren und bis ins Perm reichten. Leider reichten sie nur bis 1 923 m Tiefe und endeten im obersten Buntsandstein. Im Heft 2 der gleichen Zeitschrift und im gleichen Bande (1948) bringt S. von Bubnoff eine kleine Notiz: Mesozoische und jüngere Überflutungen in Fennoskandia. Danach hat man im äusseren Schärenhof von Luleå »massenhaft Geschiebe in grossen Blöcken gefunden, welche Brenner östlich von Uleåborg unter Glacialschutt entdeckt hat (wo sich auch ein loser Belemnit fand).« In der Fortsetzung wird zwar auf die Möglichkeit hingewiesen, dass hier vielleicht Schiffsballast vorliegen kann, aber nach Bubnoff ist es wahrscheinlicher, dass ein Lokalgeschiebe vorliegt. An diese Vermutung knüpft Bubnoff eine Reihe von Theorien an, wonach die Andö-Transgression auch grosse Teile des übrigen Skandinaviens überflutet hätte. Scheinbar stützt sich die Notiz auf ein nicht korrektes Referat eines Vortrages von K.-E. Mars über einen nicht allzu grossen Block mesozoischen Alters, in Geol. Fören. Förhandl., Bd. 69, S. 123—126, 1947. Schon damals wurde auf die grosse Wahrscheinlichkeit hingewiesen, dass Schiffsballast vorliegt und irgend eine petrographische Ähnlichkeit mit den finnischen Uleåborgsedimenten überhaupt nicht vorhanden war. Ebenso ist der Belemnitenfund mit den anstehenden Uleåborgsgesteinen schwer in direkten Zusammenhang zu bringen. Spätere Nachforschungen scheinen zu bestätigen, dass es sich um Ballast handelt, der mit Schiffen aus Westeuropa gekommen ist.

F. Brotzen

KLOCKMANN's Lehrbuch der Mineralogie. Neu herausgegeben von P. Ramdohr. Dreizehnte durchgesehene Auflage. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart 1948. 674 s. 606 fig. Pris inb. DM 50:—.

Mineralogien, liksom alla andra naturvetenskaper, har under de senaste årtiondena tack vare införandet av nya forskningsmetoder och uppdykandet av nya frågeställningar befunnit sig i en ständig och snabb utveckling. Det är nästan omöjligt att i samma takt anpassa läroböckerna efter detta vårt vetandes oupphörliga framåtskridande. Mycket, som tidigare syntes viktigt och oundgängligt, är i dag av mindre betydelse. I stället har mycket från början skenbart oviktigt under årens lopp utvecklats långt och utgör i dag kärnan i det egentliga vetandet. Nya tider fordra också nya framställningar, som belysa mineralogien i ljuset av de nya landvinningarna. Det har därför alltid varit en otacksam uppgift att söka bibehålla gamla läroböcker på en hög nivå. Det är därför man med största beundran kan följa professor Ramdohrs arbete med den ständiga omarbetningen av Klockmanns bekanta Lehrbuch der Mineralogie. Den första och största omarbetningen gjordes av honom år 1935. Att denna var lyckad, visa den därpå följande tolfte (1942) och den nyligen utkomna trettonde upplagan. Den senaste upplagan av Klockmann-Ramdohrs lärobok skiljer sig ej väsentligt från den föregående, som utförligt refererades av prof. P. Quensel i Geol. Fören. Förhandl., Bd 64, s. 354—356. Flera smärre förbättringar och kompletteringar ha utförts, och bokens omfång har därigenom utökats med 15 sidor.

Flera ändringar skulle säkert ha ansetts nödvändiga och skulle säkert också ha gjorts, om de yttre betingelserna därför hade varit gynnsammare. Det må vara tillåtet att här blott peka på några för nästa upplaga önskvärda ändringar. Bravais' translationsgitter betecknas med Hermann-Mauguin-symboler (s. 15—16), vilket i betraktande av den i boken genomgående rymdgruppsbeteckningen enligt Schoenflies synes inkonsekvent. Hermann-Mauguin-symbolerna förklaras dessutom alltför kortfattat i en fotnot. Det vore också önskvärt att se jonsymbolerna i de båda viktiga mineralgrupperna augiter (s. 568) och hornbländen (s. 577) enhetligt skrivna.

De som saknade en modern och lätthanterlig lärobok i mineralogi, stå i stor tacksamhetsskuld till professor Ramdohr för det stora arbete, han trots de ytterst svåra förhållandena i efterkrigstidens Berlin påtagit sig och därigenom möjliggjort den nya upplagan av den kända läroboken.

Förlaget Ferdinand Enke har inom det möjligas ram sört för bokens goda tekniska utstyrsel.

Otto Mellis

Mötet den 13 januari 1949

Närvarande 66 personer.

Ordföranden, hr Landergren, förklarade sammanträdet öppnat och välkomnade de närvarande välkomna till det nya verksamhetsårets första sammankomst. En särskild hälsning riktades till Dr A. E. Corte med Universid Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina, vilka bevisade mötet.

Till nya ledamöter av Föreningen hade styrelsen invalt: Assistenten, fil. mag. Märta Hjalmarsson, Åkarp, föreslagen av hrr Öde och Stenström samt Civilingenjör Nils Engström, Stockholm, föreslagen av hr Caldenius.

Enligt preliminärt meddelande från Statens naturvetenskapliga forskningsråd hade Föreningen tilldelats ett anslag på 14 000 kr. för givande av Föreläsningarna under år 1949.

Hr B. Askund höll ett av kartor, ljusbilder och stuffer belyst föreläsning om Apatitjärnmalmernas differentiation. Ett referat av föreläringen ingår som uppsats i detta häfte (s. 127).

Med anledning av föreläringen yttrade sig hrr Geijer, N. H. Magnusson, Looström, T. Hagerman och föreläsaren.

Hr Geijer uttryckte sin glädje över att det fascinerande problemet om apatitjärnmalmernas uppkomst nu upptagits till behandling från delvis andra synpunkter än vad som tidigare förekommit. Tal. erinrade om den påfallande grad av likformighet i sammansättning och geologiskt utträdande, som märker hithörande malmer, ehuru de representera de mest skilda geologiska områden och olika världsdelar. Detta förhållande understryker, att man ej får gripa någon förklaring, som bygger på en mer eller mindre slumpvis uppfattningen förutsättning; i stället måste fraktioneringen av en dylik malm ha ett genom processer, för vilka förutsättningar kunde uppträda inom vissa bergartsmagmor under bestämda, normalt förekommande geologiska förhållanden. Dessa gemensamma drag äro den kemisk-mineralogiska sammansättningen av malmen, moderbergartens inom tämligen snäva gränser varierande kemiska karaktär, den påfallande övervikten för områden av mer eller mindre utpräglad ythabitus (undantag: Kamloops i British Columbia, ett par svenska fyndigheter, troligen också Mineville i Adirondacks samt Solberg i Lyngrot i Norge) och slutligen malmens alltid skarpa avgränsning mot bergarten och intrusiva utträdande.

Tal. önskade i all korthet framhålla de fakta, som utgjorde bakgrunden till hans av föredr. refererade uppfattning. När tal. för ett 40-tal år sedan började arbeta med denna fråga, stod det mycket snart klart för honom, att en riktig lösning måste taga hänsyn såväl till de fakta, som motiverat den av Bäckström framförda hypotesen, som till basen för Högboms förklaring. I det förra fallet åberopades ju först och främst, att »mineral, som i normala eruptivbergarter kristallisera först och före fältspaterna, här förekomma såsom sista bildning: såsom sprickfyllnader och utfyllningar af blåsrum»; de avsedda mineralen voro hornblände, magnetit, apatit och titanit, sålunda med undantag av det sistnämnda just för malmerna typiska mineral. Till denna av Bäckström framhållna ordningsföljd i porfyrrerna hade tal. kunnat lägga den iakttagelsen, att i syenitporfyrmassans djupare delar, vilka stelnat såsom en jämnkornig syenit, titaniten uppträder såsom utfyllnad mellan fältspaterna och såsom reaktionsmantlar omkring apatitkorn; fördröjningen återfinnes sålunda även där, men med en av andra tryckförhållanden betingad olikhet i aspekten. Vidare hade det kunnat visas, att ansamlingen av mandelmineralen skett lokalt från blåsrummets omedelbara omgivning. Å andra sidan hade talaren blivit övertygad om att i varje fall sådana malmer som Kirunavaara ofrånkomligen måste betecknas såsom magmatiska (mest avgörande var härvid resultatet av de iakttagelser över malmens växlingar av olika varianter, som i seklets början kunde göras på de då ännu kvarstående, genom vittringen praktfullt etsade malmhällarna).

Medan tal. sålunda i likhet med Högbom betecknade malmerna såsom magmatiska, så ansåg han samtidigt det oriktigt att, såsom Högbom mer eller mindre tydligt gjort, därmed också anse dem genetiskt jämförliga med de titanhaltiga järnmalmernas karakteristiska grupp. Avspaltningen av malmmagma, ansåg nämligen tal., hade skett genom en process besläktad men ej nödvändigtvis identisk med den, som givit upphov till de av Bäckström åberopade magnetitmandlarna. [Dylika mandelbildningar av magnetit äro kända från flera områden med malm av Kirunatypen — Mertainen Kiruna, Gällivare, Iron Mountain (Missouri) — men ej veterligen från någon annan geologisk miljö.]

Då tal. framfört hypotesen, att malmbildningen skett genom en magma vilken avskiltis under medverkan av lättflyktiga beståndsdelar och i vissa fraktioner hade behållit relativt höga halter av dylika, så var denna hänvisning till volatiler sålunda icke någon nödfallsutväg, tillgripen i brist på andra förklaringsgrunder, utan den baserade sig på det faktum, att just den karakteristiska geologiska miljö, i vilken malmerna uppträda, mineralaggregat av väsentligen samma sammansättning som malmerna ha uppkommit genom avspaltning av en gasfas (eller i fysikaliskt hänseende närstående fas) från porfyrmagman och att denna företeelse saknas överallt där malmer av Kirunatypen saknas. Även den ofta abnormt stora kornerstelen i malmerna tydde på volatilers medverkan. [I en uppsats i Geol. Rundschau år 1935 har tal. sammanfattat saken så: »Offenbar muss eine solche Abspaltung in vielen Beziehungen der Abscheidung durch Liquation (begrenzte Mischbarkeit) ähnlich sein. Nur sind es nicht nur die Magnetitsubstanz und die sonstigen Erzbestandteile, die den Anlass zur Abspaltung geben sondern auch die leichtflüchtigen Komponenten sind notwendige Faktoren. Es können nur solche in Frage kommen, die keine Spuren im Gestein hinterlassen, wie Wasser und Kohlensäure. Halogene scheinen in der Regel ohn

Bedeutung zu sein; ausnahmsweise findet man aber Beweise ihrer Mitwirkung an dem massenhaften Auftreten von Skapolith (Mertainen, Algarrobo). Die geologischen Tatsachen geben also an, dass das Erzmagma, ausser aus den Substanzen, die jetzt als Erzminerale usw. vorliegen, auch aus leichtflüchtigen Komponenten bestand, dass diese Komponenten für die Abspaltung nötig gewesen sind und dass die Abspaltung mehr oder weniger sprungweise vor sich gegangen ist.])

Tals ursprungliga uppfattning i saken hade visserligen under årtiondena gång, då han högst väsentligt vidgat sin kunskap om hithörande malmer i olika delar av världen, blivit stabiliserad och preciserad, men något principiellt framsteg utöver vad de första arbetena givit, ansåg han sig icke ha gjort. Det syntes honom därför föga troligt, att man genom vidare insamlande av fakta rörande malmtypens geologi skulle kunna komma nämnvärt längre. Andra vägar måste också provas, bland dem även uppmärksammande av sådana sidor, som Dr Asklund nu har anförat. Tal. ville emellertid hoppas, att de fakta, som utgöra grunden för den av honom formulerade arbetsypotesen, därvid skulle hållas i minnet. Ty det förutan vore en riktig lösning utesluten.

Vad beträffar magnetitsyenitporfyreerna, så hade tal. naturligtvis, alltsedan man år 1906 påträffade denna bergartstyp vid Kiruna, övernämnt möjligheten, att densamma representerade ett stadium i den differentiation, som lett till uppkomsten av malmerna av Kirunatyp. Emellertid kom tal. redan i sin första behandling av denna fråga (1910) till det resultatet, att så med största sannolikhet icke var fallet. De viktigaste skälen till denna uppfattning voro följande. Under det att malmernas ringa silikathalt representeras av diopsid och aktinolitiskt hornblände, men i regel ej av fältspat, är det för magnetitsyenitporfyreerna utmärkande draget, att andra silikat än alkalifältspat praktiskt taget saknas. Mandelbildningarna däremot utmärkas av koncentration av magnetit tillsammans med silikat, framför allt hornblände (och titanit); senare har tal. även påvisat diopsid (Gällivare malmfält). Vidare uppvisa magnetitsyenitporfyreerna, ehuru ofta sliriga, inga klara tendenser till rena magnetitkoncentrationer.¹ Också saknas i dessa porfyrer en tydlig koncentration av apatit med magnetiten, under det att detta är ett för Kirunatypen utmärkande drag, som den blott delar med vissa malmkoncentrationer i nefelinsyenit o. dyl. (Alnö, Uganda), men som ej karakteriserar någon annan rent geokemisk process. Slutligen ville tal. i detta sammanhang hänvisa till det förhållandet, att av allt att döma åtminstone flertalet av de större malmkoncentrationerna i Lappland äro närmast förbundna med de kvartsförande porfyreerna (typen »Kirunas hängvägg»), i vilka man hittills ej funnit några drag motsvarande magnetitsyenitporfyreerna.

Dr Asklund hade även berört den synnerligen intressanta frågan, huruvida man skulle kunna urskilja olika malmtyper, förbundna med olika led i porfyrsviten. Tal. ansåg detta ej för närvarande möjligt. Med avseende på den av Dr Asklund berörda möjligheten, att malmmagmor, avspaltade från tidigare faser av porfyrens magma, skulle kunna igenkännas på en högre halt av volatiler, ville tal. betona, att Mertainen, som helt uppträder i en rätt basisk syenitporfyr, åtföljes av vittnesbörd om volatilers medverkan

¹ Vissa partier av Nokutusvaara malmfält kunna dock möjligen betyda något sådant (jfr Geol. Fören. Förhandl., 34, s. 761): tyvärr torde emellertid blottningsförhållandena därstädes ej tillåta klarläggande studier. (Senare anm.)

(skapolit) i mycket större skala, än vad som gäller för de till enbart surare porfyryr bundna, såsom Tuolluvaara och Ekströmsberg.

Hr L o o s t r ö m uttalade sin tillfredsställelse över att nu så allmänt omfattades de åsikter om malmernas genesis i Grängesbergsfältet, som han med kartor och stuffer framställde i Föreningen för 20 år sedan (Geol. Förer. Förhandl., 51: 624—627), nämligen att malmbildningen varit analog med Lapplandsmalmerna, d. v. s. Exportfältsmalmen vore eruptiv som i Kirunavaara m. fl. och segmalmerna hydrotermala som i Haukivaara.

Dalys uppfattning, att malmen i Kirunavaara är en bottenansamling av järnmineral och apatit i hängväggsporfyren, måste vara felaktig, eftersom denna mäktiga porfyr är uppdelad i flera bäddar, åtskilda genom tufflager. En bred, pyroklastisk bädd går mitt igenom hängväggsporfyren från norr till söder (malmgränsens riktning). Den stryker fram genom Kiruna samhälle och påträffas i nyare blottningar vid gamla idrottsplatsen, förbi hantverksskolorna, fram till Tuolluvaara linbanas ändpunkt vid järnvägen.

Den något säregna långsträckt söndersplittring, som järnmalmen trängt upp igenom i sydändan av Exportfältet (det s. k. Lönnfallet), kan väl ha sin orsak i, att malmerna med sina gaser och lösningar åstadkommit spänningar i den heterogena bergartsskorpan och så att säga pôst upp den i likhet med en jäsande bulle, som ju ofta visar parallellsprickor i den hårda, uppåtriktade ytan.

Att man i Idkerberget ej kunnat skilja grönskarn från grönstengångar, förefaller egendomligt för den, som närmare besett dessa bildningar i Lönnfallet. Grönstengångarna visa sig där vara tydligt senare gångar, som skära igenom såväl bergarter och malmer som skarn. I Lönnfallet, som kartor visa (Sver. Geol. Unders., Ser. C, N:o 428), uppträder ej skarn allmänt vid kontaktarna mellan malm och bergarter, utan blott fläckvis. Synbarligen är skarnbildningen ej orsakad direkt av malmen utan av emanationer från densamma. Skarnbildningen har tydligen gått fram beccierande berggrunden framför malmen. Att den till stor del orsakats av gaser, därpå tyder, att man långt utanför malmen påträffar skarn, uppträdande i trådfina sprickor.

Att malmerna, såsom flera ha framhållit i dag, höra samman med omgivande effusivbergarter är högst sannolikt. Utdifferentiationen av malmen måste dock ha skett på djup nivå i jordskorpan i någon sorts bassängliknande hållighet.

Hr T. H a g e r m a n framhöll, att han i annat sammanhang haft tillfälle att mikrogranska material (byggnadsmaterial o. dyl.), som stelnat resp. hårdnat under gryende separation av olöslig fas. Härvid ha mycket karakteristiska strukturer iakttagits, med den avsondrade fasen i dropplika former, ibland fluidalt orienterade. Föredr. tillfrågades, om strukturer av detta slag anträffats i bergarter tillhörande apatitjärnmalmfälten. Avsaknad av bergarter med sådan struktur borde tolkas som argument för att differentiationen försiggått på sådant djup, att en effektiv separering också hunnit äga rum mellan komponenterna.

Hr A s k l u n d hade med största intresse åhört hr Geijers inlägg, som ju i flera avseenden gav en förklarande historisk komplettering till huru dennes egen tolkning och tidigare synpunkter på huvudproblemet för kvällens före-

drag uppkommit. Det rådde intet tvivel om att en väsentlig del av de berörda malmmagmorna finge uppfattas som rika på vatten och volatiler, men å andra sidan menade tal., att en rad data även tydligt talade för att i vissa fall en ursprungligen relativt »torr» modernmagma förelegat och att därmed differentiationsprocessen i dessa fall måste tänkas ha ägt rum vid hög magmatisk temperatur. Differentiationsförloppen omfattade med all tydlighet ett brett spektrum av koncentrationstyper. Tal. erinrade om de i föredraget nämnda, relativa högtemperaturmineralen från såväl malm som silikatbergarter i vissa Urförekommster, de av Högbom åberopade pyroxen-spinellförändade apatitjärnmalmerna och med dem konjugerade augitsyeniterna. Förhållandena vid flera av de chilenska förekomsterna, t. ex. den av hr Geijer beskrivna Tofo, gävo anvisning om att malmmagmans avdifferentiation från silikatbergarten ägt rum vid hög temperatur, varom de i silikatbergarten förekommande pyroxenmineralen och även fältspatmineralen buro vittne. De förra utgjordes enligt hr Geijer bl. a. av enstatitaugiter, och silikatbergartens fältspatmineral var tydligen en förhållandevis basisk plagioklas. Silikatbergarten bildade gångar, både äldre och yngre än malmen. Malmmagmans avdifferentiation från densamma hade givetvis inträffat, innan silikatbergarten börjat kristallisera ut sina högtempererade mineral, och hade sålunda med all sannolikhet ägt rum vid hög temperatur.

Beträffande magnetitens sena kristallisation så är den i vissa magnetitsyeniter från Kurravaarakonglomeratet otvetydig, t. ex. i den kända, i aftonens föredrag särskilt omnämnda, strökornsfria trakytoidal typen. Men i andra magnetitsyenitporfyryr förekomma även större magnetitindivider, vilka tal. ville tolka som tidiga strökornsfaser. I betraktande av magnetitmineralets i förhållande till fältspatmineralen höga smälttemperatur kunde man enligt tal:s mening icke uppfatta den strökornsfria albit-magnetitmassan i den trakytoidal magnetitsyenitporfyren som exemplifierande en eutektstruktur. I stället menade tal., att just konstaterandet av de bägge mineralens vid sjunkande temperatur alltmer minskade blandbarhet redan i det flytande stadiet sannolikt vore förklaringen till magnetitens sena kristallisation; genom den ifrågavarande effusiva magnetitsyenitporfyrmagmans hastiga avkylning hade den bragts in i ett temperaturgebit, långt under magnetitens smälttemperatur, där den magnetitrika lösningsfasen haft svårt att bilda kristallisationscentra och därför konsoliderats vid relativt låg temperatur, under underkylningsförhållanden och möjligen som ett glas, vilket sedan devitrifierat eller spontant utkristalliserat i mycket finfördelat form. Sannolikheten för ett dylikt betraktelsesätt framginge även av Gora Blagodatmalmens egendomliga fläckmalm, där det i stället för albit enligt Zavaritskys och Vera Derwies' uppgifter är ortoklas som kristalliserat först, som strökorn eller rundade mandelliknande korn i en i detta fall grövre magnetitbasis. För säregna kristallisationsförhållanden talade även de grovkristalliniska apatitjärnmalmrullstenarna i Kurravaarakonglomeratet; de hade visserligen den vanliga Kiruna-apatitjärnmalmens sammansättning, men ej alls dennas kända finkristalliniska gry. Tal. föreställde sig, såsom anförts, att dessa malm-bollar härstammade från renare malmdifferentiat, bildade vid magnetitsyenitporfyrmagmans fortsatta differentiation och en gång bildande gång-intrusioner i den övriga vulkaniska komplexen. Även de torde ha underkylts, men i ett relativt djupare läge, där bl. a. en anrikad volatilhalt tillåtit en pegmatitartad kristallisation av dem. Hr Geijers ytterst intressanta upp-

gifter om förhållandena vid Algarroboförekomsten i Chile menade tal. giva klaven till en förklaring, huru man finge tänka sig, att de ursprungliga magnetitsyenitporfyryrna vid Kiruna tett sig i geologiskt hänseende; magnetitsyenitporfyryrna motsvaras där av en kemiskt något olikartad andesitisk bergart med i friskt tillstånd basisk oligoklas som strökor (och grundmassefältspat); grundmassan är ofta magnetitrik och sannolikt ursprungligen glasig. Malnen, som genombruter även denna bergartstyp, är genomgåend relativt grovkornig eller extremt grovkornig, med korn till några centimeters storlek, i några fall 7—8 cm. Även apatiten kan nå anmärkningsvärd storlek, prismer av fingerlängd.

Tal. menade, att man beträffande de berörda kristallisationsförhållandena hade ett mycket intressant område för detaljstudier.

Detsamma gällde de av hr Geijer berörda frågorna om mandelbildningarna i porfyryr m. m. vid Kiruna. Tal. närmade sig beträffande dessa snarast den tidigare av hr Geijer givna förklaringen, att de vore droppliknande bildningar i porfyrmagman, och det är för denna förklaring ju mycket betydelsefullt, att mandlarna just bestå av de mineral, som i delvis andra proportioner uppbygga malmerna: magnetit, amfibol, apatit och titanit samt även biotit och diopsid. Isynnerhet diopsiden erbjuder svårigheter för en enbart pneumatolytisk, eventuellt hydrotermal, förklaringsgrund. Ännu mer gällde detta principiellt alldeles likartade »nodule»-bildningar av magnetit och fältspat resp. enbart fältspat, som förekomma i flera av Lapplandsmalmerna. Hr Geijer hade beskrivit och avbildat ett flertal säregna fall, där kristallisationsordningen var motsatt den förut berörda, sena magnetitkristallisationen, t. ex. där »nodule»-kornen innehöllo en tidigare kristalliserad magnetitkärna, omgiven av en senare kristalliserad albitring av småindivid; även här hade man ju exempel på att säregna avvikelser från ett normalt kristallisations-schema förekommit. Man måste här ansluta sig till hr Geijers uppfattning, att mandelbildningar och »nodule» med all tydlighet haft sin så att säga kristallisationshistoria för sig, i förhållande till omgivande silikatbergart, men dessa otvetydiga förhållanden äro även i bästa samklang med tal:s resultat beträffande differentiationsförloppet i stort, såsom orsakat av begränsad blandbarhet i det flytande stadiet. Många iakttagelser tyda på att även vid ett dylikt förlopp volatiler och vattenhalt kunna väsentligen ha avdelats på malmfasen.

I anledning av hr Magnussons yttrande, att svaga impregnationsmalmer sannolikt skulle komma att falla inom det av tal. funna diskontinuitetsområdet för apatitjärnmalm, framhöll föredr., att dessa ju icke representera en ursprunglig malmlösning från magman utan en komplex av sidosten och malmlösning. Alla impregnationsmalmer, t. ex. Ormbergsfältets, hade därför naturligtvis — och såsom anförts — uteslutits, och tal. hade utfört en noggrann granskning av vad som vore att uppfatta som »outspädda», ursprungliga malmlösningar. För uppgiften hade tal. haft stor användning av hr Magnussons egen framställning i »Malmboken», där en i sina huvuddrag sannolik fördelning å rikmalm — ursprunglig malm och impregnationsmalm — blandprodukt var genomförd. Tal. rekommenderade en kontroll med andra beräkningssätt för tveksamma fall och menade, att det vore mycket intressant, om man även från smärre rikmalmspartier i impregnationsmalmer kunde bilda sig en uppfattning om de infiltrerade, ursprungliga malmlösningarnas sammansättning.

Med anledning av hr Hagermans fråga, huruvida differentiationsstrukturer några fall vore observerade, erinrade tal. om vad som redan anförts om andlar och nodules. W. N. Benson hade från de små förekomsterna av magnetitsyenitporfyrier i Nundle-distriktet, New South Wales, lämnat några ktiga detaljuppgifter till frågan, nämligen att i de där förekommande, parallellt glasiga magnetitsyenitporfyrierna, magnetiten var fläckartat koncentrerad till små runda och jämnt fördelade ansamlingar i den för övrigt albitiska, polygonalt uppdelade grundmassan (keratofyren). Strukturen vore enligt beskrivningen just den, som kunde väntas motsvara densamma hos en mer eller mindre fullständigt kristalliserad, emulsionsartad blandning. Tal. sade med ett stycke av Kurravaarakonglomeratet, att en dylik struktur en synes förekomma i magnetitsyenitporfyrierna därstädes.

Vid mötet utdelades N:o 455 av Förhandlingarna.

Mötet den 3 februari 1949

Närvarande 84 personer.

Ordföranden, hr Landergren, öppnade sammanträdet och hälsade särskilt två av Föreningens gäster, Dr Sven Hedin och Prof. G. Hevesy, välkomna till mötet.

Till nya ledamöter av Föreningen hade styrelsen invalt:

Civilingenjör N. O. Bergquist, Stockholm, föreslagen av hr B. Askand,

Dr A. E. Corte, Mendoza (Argentina), föreslagen av hr Caldenius, Fil. stud. Gösta Eriksson, Uppsala, föreslagen av hrr Hjelmqvist och Lundqvist samt

Fil. stud. Jan Offerberg, Stockholm, föreslagen av hr Caldenius.

Hr G. Arrhenius höll föredrag om Svenska djuphavsexpeditionens geologiska material och planerna för dess bearbetning.

Redan nu ha så många intressanta och fascinerande drag kunnat önjäs i Albatrossmaterialet, att det är svårt att begränsa kvällens föredrag. Jag vill emellertid försöka att åstadkomma en kort sammanfattning av ämnet, så att tiden icke skall lägga hinder i vägen för en vidare diskussion beträffande de detaljer, som speciellt kunna intressera mina åhörare.

I. *Det geologiska materialet* omfattar

A. Först och främst de med Kullenbergs kolvlod upptagna lodkärnorna. En redogörelse för deras regionala fördelning och viktigaste kännetecken sker lämpligen i samband med en repetition av resrouten.

Biscaya, hård, slät botten, brutet lod.

Madeira—*Martinique*, övergång mellan olika pelagiska sedimenttyper. Våxellagring mellan kalkiga och kalkfattiga sediment. Ännu en högsta arbetstakt.

Karibiska havet, vinschkrängel, endast två lodkärnor.

Balboa—*Galapagos*, detritogena koprolitiska bottnar, trädgrenar och stammar.

Galapagos—*Hawaii*, via 20° N 127° W — Marquesas—Tahiti. Våxling mellan kalkslam-, rödler- och radiolarieslamfacies. Submarin vulkanism. Kiselsyrekrustor. Sedimentet har verkat som en veritabel kromatografi för de vid vittringen frigjorda jonerna, som diffunderas in i sedimentet och separerats. Därefter fastläggning genom oxidation. Den kolloidala kiselsyran har filtrerats av i fasgränsytan vatten i sediment.

Hawaii—*Filippinergraven*. Vissa likheter med föregående område, men arkipelagernas existens sätter sin prägel på sedimentet. Botten topografien i Filippinergraven liksom i övriga undersökta djuphavsgrovar synnerligen orolig. Breccior och sandskikt tyda på skredföreteelser.

Insulinde. Sediment av Medelhavstyp, men speciellt hög reduktionsgrad och förmodligen hög halt av organisk substans. Lagerföljderna förefalla vara homogeniserade av bottenorganismer.

Indiska Oceanen via Javagraven—Ceylon—Seychellerna—Bab el Mandeb. Östra delen präglas i hög grad av recent submarin vulkanism, ofta naken botten och, där sediment förekomma, äro dessa ofta kisel- syrebetonade. Väster om linjen Lackadiverna—Malediverna—Chagos starkt kalkiga sediment kring Seychellernas syenitsockel. Vulkaniskt inslaget dock ej helt försvunnet. Området närmast söder om Främra Indien och Ceylon utmärkes av utomordentligt plan djuphavsbotten, naken eller täckt av ett tunt sedimentskikt.

Röda havet, blandning av terrigen och pelagisk komponent. Lagerföljderna skiktvis mycket starkt kalkinkrusterade.

Medelhavet, utomordentligt skiktrika sediment med eolisk, vulkanisk, organisk och redoxbetingad skiktning.

Tanger—Kap Verde, starkt eoliskt inflytande från afrikanska kontinenten, sandskikt med utomordentligt väl rundade kvartskorn, karaktäriserade av porslinsvit, blåstrad yta. Lokal vulkanism.

Romanche-djupet, samma huvuddrag som djuphavsgravarna.

St. Pauls Rocks—Västindien. En av de intressantaste företeelserna är de »distala deltasediment», d. v. s. diagonalskiktade psammitiska bildningar, mycket rika på växtdetrituss (bark, ved, kutikula, rottråd, sporer, pteridofytsporanger, pollen m. m.), som, täckta av flera meter rent pelagiskt sediment, har en ganska vidsträckt utbredning i västra Atlanterdalen i Amazonflodens förlängning.

St. Thomas—London. Förutom sediment av samma typ som vid första Atlantsnittet berördes denna gång avlagringar av den typ, Pigots provserie omfattar, med hög reduktionsgrad, synbarligen hög halt av organisk substans och påtagliga spår efter slamätande organisms verksamhet.

Sammanlagt omfattar sedimentmaterialet c:a 1 650 meter lodkärna.

B. Det geologiska materialet innefattar vidare ekogram, kontinuerligt registrerade, även på de största djup. Detta material kan säkert genom sin omfattning och sin detaljrikedom ge en helt ny bild av djuphavsbottens morfologi och utgör därigenom ett ytterst värdefullt komplement till lodkärnorna.

C. Av värde vid den geologiska bearbetningen äro även de med Weibulls metod upptagna sprängogrammen, ofta med tydliga dubbelreflexer. Den sekundära reflexionsytans natur måste tills vidare anses okänd; många möjligheter till tolkning existera. Redan den otvetydiga förefintligheten av akustiska språngskikt i lagerföljdernas djupare delar är emellertid en omständighet av stort intresse för tolkningen av djuphavsbottens byggnad.

II. Planerna för materialets bearbetning

Det är sålunda ett ofantligt material, som hemförts med Albatross, och ett material, som är värt ett bättre öde än det, de flesta stora expeditioners samlingar gått till mötes, nämligen att i brist på pengar och arbetskraft stuvats undan i magasin och på vindar. Här gäller det främst att ställa upp en användbar plan och att skaffa pengar och folk för dess genomförande. Detta har i viss mån redan lyckats, om än långt ifrån hundra procentigt.

Planen för bearbetningen påbörjades och genomarbetades redan omord. När vi återvände till Sverige i början av oktober förra året, förelåg därför huvudlinjerna för undersökningen av djuphavslagerföljder-

na klara samt granskade och kommenterade av fackmän i Sverige, Tyskland och U. S. A.

Enligt föreliggande plan kommer undersökningen att indelas i två huvudfaser, av vilka den första innebär en petrografisk översikt, förutom på direkta iakttagelser baserad på en geokemisk och mineralogisk rutinundersökning, som förutsättningslöst arbetar igenom hela materialet från början till slut. Arbetsplanen är följande:

1. Lodkärnorna klyvas på längden, snittytorna granskas, och iakttagelserna protokollförs.

2. Ur den ena halvan uttagas 1.5 cm tjocka provskivor på bägge sidor av skiktgränser och i homogena partier av lagerföljden med ett maximiavstånd av 10 cm.

3. Färgbestämning utföres med hjälp av Ostwalds färgskala.

4. I det provtagna materialet bestäms skärhållfastheten och dess anisotropi med fallkonmetoden.

5. Proven torkas vid rumstemperatur till jämvikt med c:a 60 % luftfuktighet.

6. Varje lodkärna underkastas översiktsfotografering i svart-vitt och, då så befinnes påkallat, detaljfotografering i färg.

7. De torkade proven uppdelas i en större och en mindre del.

a. Den mindre delen slammas, och grovfraktionerna användas för kvantitativ mineralogisk granskning och mikropaleontologiska undersökningar, framför allt gällande foraminiferer.

b. Den större delen av provet males och delas därefter i fem delar.

α) För bestämning av kloridjon, totalkarbonat och humuskol i någon nämnd ordning.

β) För bestämning av totalkväve och fosforsyra.

γ) För spektralanalys.

δ) För bestämning av järn, mangan och titan i uppslutet prov.

Dessa bestämningar utföres i det fall, att de icke med erforderlig noggrannhet kunna ske på spektralanalytisk väg.

ε) För arkivering.

Denna arbetsfas utföres så centraliserat som möjligt och med noga standardiserade metoder. Vad som här framför allt kräves, är konsekvens och bulldoggmässig uthållighet. När intressanta fenomen påträffas, vilket händer många gånger per meter, gäller det att vidtaga anstalter för att möjliggöra ett senare kompletterande studium, men att icke spåra ur utan omedelbart köra vidare. När resultaten av denna rutinanalysgrupp föreligga, tryckta i tabellform, torde man för varje sedimentationsområde ha ganska entydiga indikationer på vägarna till

lösning av de stratigrafiska, petrografiska och geokemiska frågeställningarna. Jag vill således understryka, att Fas I säkerligen icke omedelbart möjliggör någon vederhäftig geologisk tolkning av materialet, även om man har kommit ganska nära denna möjlighet. Vad som behövs, är kompletterande och bekräftande detaljundersökningar, vilka dock säkerligen icke behöva bli alltför omfattande, om rutinarbetet verkligen göres förutsättningslöst och i den planerade omfattningen. Resultaten från Fas I skola således utgöra en stabil stomme för den noggranna stratigrafiska undersökningen och därmed grundvalen för Fas II.

I och med att Fas II påbörjas, är tiden kommen för slakt av materialet och de vunna resultaten. Andra arbetsfasen sker nämligen på regional grundval och med större spelrum för individuell uppfattning om bästa möjliga väg till målet. Åt hugade forskare utdelas lämpliga, avgränsade regioner för slutlig bearbetning. Exempel på sådana regioner äro Atlantiska Centralryggen, Medelhavet, de tillsammansantagna djuphavsgravarna, det arkipelagfria östra Stilla havet, Insulinde, västafrikanska Atlanten m. fl.

Inom varje område dyka naturligtvis speciella problem upp, som det står vederbörande fritt att intressera sig för, men viktigt är, att vissa allmänna problem först och främst tagas upp till behandling, nämligen de, som förberetts genom den omfattande investeringen i Fas I, som annars gjorts förgäves. Professor Petterssons huvudavsikt har varit att på grundval av lagerföljder i djuphavsfacies skapa en geokronologi för sentertiär och kvartär. Med den enkelhet, som alltid tycks utmärka våra problem, sedda på avstånd, föreföll detta vara en ganska lätt uppgift, om blott möjlighet funnes att komma åt ostörda lagerföljder. När denna möjlighet nu förverkligats, visa sig emellertid svårigheterna och komplikationerna. Några av de mest betydelsefulla äro,

att sedimentationsintensiteten tycks vara synnerligen variabel, att såsom en följd härav diskordanser, diastem och rekurrensytor mot förmodan äro vanliga företeelser även i djuphavet, att faciesväxlingarnas orsaker icke äro så enkla och osammansatta, som man tidigare velat tro, att submarin vulkanism ofta ger åt djuphavslagerföljderna högst lokala drag, att sekundär omvandling av sedimentet ofta maskerar de ursprungliga lagringsförhållandena, att tektoniska störningar äro vanliga, att tillförseln av radioaktiva ämnen till sedimentet synes vara oregelbundet varierande och ej enbart omfatta utfällning av ionium ur havsvattnet samt

att enligt Brotzen och Höglund tidigare undersökningar och tolkningar av foraminiferfaunorna och deras variationer delvis äro felaktiga, delvis osäkra.

Allt detta omintetgör visserligen varje tanke på att finna en kungsväg till målet, men gör i stället den framkomliga vägen ännu mycket rikare på detaljer av allmän geologisk betydelse. Beträffande målsättningen tror jag för min del, att man kan känna sig ganska nöjd och behöva pusta ut ett slag, när man för hela materialet lyckats klara upp den allmänna stratigrafien och den relativa dateringen.

Av detta ganska stora program har Fas I redan påbörjats. Bearbetningsplanen har sanktionerats av Forskningsrådet, som för genomförandet av första fasen anslagit 50 000 kronor per år under fem år, var till komma 10 000 kronor per år under lika lång tid såsom gåva från Wernerkoncernen i Göteborg. Det preparativa arbetet har kommit i gång och pågår sedan några månader i Göteborg och på Kagghamra samt sedan längre tid i Uppsala och Lund.

Genomförandet av första skedet i bearbetningen av djuphavsmaterialet tycks således ligga inom de praktiska möjligheternas gränser. För de regionala, bekräftande undersökningarna ter sig läget relativt hoppgivande tack vare Forskningsrådets positiva inställning och expeditionsledarens beundransvärda förmåga att även på privat håll väcka aktivt intresse. Frågan är emellertid ej enbart av ekonomisk art. Det gäller också att finna forskare, villiga att ägna sig åt dessa tidskrävande och ekonomiskt långt ifrån lönande arbeten. Lönande äro de där emot i allra högsta grad ur intressesynpunkt. Sällan har väl ett samlat geologiskt material sådant som detta förelegat, så ofantligt rikt på möjligheter till belysning av fundamentala problem rörande vår planet i synnerhet och universum i allmänhet.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr Lidén, T. Hagerman, F. Brotzen, Hörner, Strøm, Hedström, E. Norin, Malaise, G. Troedsson, Mellis, Landergren och föredraganden.

Hr T. H a g e r m a n förmodade, att man även avser utföra mikrostrukturbestämningar i samband med bearbetningsetapp II av Albatross-expeditionens sedimentprov, och föreslog, att man då skulle försöka ett av honom för byggnadsmaterial utexperimenterat förfarande. Detta innebär, att det torra provet under vakuumbehandling impregneras med en mycket lättflytande konsthartsmonomer (ev. färgad), som, sedan den utfyllt det kommunicerande porsystemet, polymeriseras vid därför gynnsam temperatur. Efter sådan behandling hade i anförda fall icke blott tunna slipprov utan även polerprov kunnat framställas och vid mikroskopering givit värdefulla resultat. Det vore naturligtvis osäkert, om föreliggande prov vore tillräckligt

ostörda för att man skulle kunna få fram den primära sedimentationsstrukturen, men försök härmed borde dock göras.

Sedan föredr. framhållit, att han just under sista tiden arbetat med dessa frågor och efter inhämtade uppgifter från USA försökt med bakelitimpregnering, meddelade tal., att han huvudsakligen använt sig av metakrylsyremetylester och diallylftalat. Den förstnämnda substansen synes vara mest användbar. Vid användning av metakrylsyra har man dock den svårigheten, att monomerens kokpunkt ligger mycket nära den för en någorlunda snabb polymerisering erforderliga temperaturen och att polymeriseringen försiggår under värmeutveckling, vilket allt medför risk för blåsbildning i preparatet.

Tal. kände till, att man i England redan under 1930-talet använt bakelitimpregnering. Erhållet prov på av engelsmän använd impregneringssubstans hade visat sig vara avsevärt mer viskös och därför vid impregnering mindre effektiv än de anförda monomererna.

Tal. berörde härpå frågan, om man tänkt utföra kornformsmätningar på partiklarna i de grövre sedimenten. Han framhöll, att bestämning av gränserna för relativbredd-diagrammen med karakteristiskt uppträdande frånvaro av vissa kornformer etc. redan givit goda korrelationsargument (och upplysning om sedimentens genetik) vid undersökning av kontinental geosynklinaler, varför detta förfarande måhända även borde prövas vid undersökning av nu föreliggande prov.

Tal. framhöll, att han vid åhörande av ett tidigare föredrag om Albatross-expeditionen fått den uppfattningen, att man ställde rätt stora förhoppningar på användbarheten av vulkaniska asklager för korrelationsändamål. Under sina arbeten i Sydamerika hade han fått den erfarenheten, att dessa avsättningar äro mycket vanskliga att använda som ledhorisonter. Han ville därför i besparingssyfte avråda från att detta problem ägnades alltför mycken tid.

Föredr.: Undersökningen av sedimentets hållfasthetsanisotropi avser att belysa sedimentets struktur och omkristallisation. Grovfraktionen i de pelagiska sedimenten är till mycket liten del bestående av sand, och där sådan uppträder i större mängd genom hela lagerföljden, t. ex. i Atlantsedimenten väster om Afrika, äro kornen praktiskt taget isometriska. Försök ha gjorts att framställa poler- och slipprov av djuphavssedimenten, men de påbörjades först för några dagar sedan, varför några definitiva resultat ännu icke föreligga. Den använda metodiken går ut på att sedimentprovet impregneras med lågviskös konstharts, som sedan polymeriseras vid 100° C. Föredr. vore utomordentligt intresserad av att etablera samarbete med Dr Hagerman och få ta del av hans erfarenheter av detta och liknande förfaranden.

Hr Hörner: I den omfattande och övertygande generalplan för det enastående Albatrossmaterialets bearbetning, som Gustaf Arrhenius i egenskap av den stora, viktiga, kanske epokgörande expeditionens geolog framlagt, är det en uteslutning, som åtminstone i första ögonblicket något förvånar: ingenting beträffande partikelstorleksfördelningen synes medtaget på standardundersökningsprogrammet.

Nu vet ju visserligen var och en, som något sysslat med eller intresserat sig för finsediment, hur föga sannolikt det är, att det artificiellt väldispergerade materialets partikelstorleksfördelning skulle motsvara de en gång i salt-

vatten sjunkande enheternas dimensioner. Men föredr. har ju icke endast dokumenterat sin stora förtroghet med den granulometriska sedimentationsanalysens teori och praktik utan också förträffligt exemplifierat, huru värdefulla upplysningar som, begränsningarna till trots, dock kunna utvinas ur partikelfördelningen och hur denna, även när sedimentationen skett i koagulerat tillstånd, i viss mån kan utnyttjas som miljöindikator. Det måste vara vägande och bestämda skäl, som kommit bearbetningens planläggare att radikalt utesluta en så närliggande metod i sitt program för första etappen. Det lär väl vara några naturbetingade komplikationer — kanske av allmän betydelse — som ligga bakom, och det vore av intresse att redan nu få ta del av föredr:s synpunkter.

Då granulationen nu, säkerligen på goda grunder, befunnits otjänlig att medtaga i det för hela materialet gemensamma generalprogrammet, vågar man ändå hoppas, att partikelstorleksundersökningar måtte i om än mera begränsad omfattning medtagas i komplementprogram. Ett konsekvent utelämnande lär väl icke vara påtänkt, det bleve en alltför svår lucka. Naturligtvis är granulometrien blott en detalj, men i en undersökningsserie av detta slag en i flera avseenden upplysande detalj. Några klarläggande ord vore som sagt välkomna.

Så en av de mångfaldiga intressanta frågor, som varit uppe i diskussionen. I en replik till Dr Hagerman upplyste föredr., att det eoliska material, som ingår i de marina sedimenten, exempelvis utanför Afrikas Atlantkust, genomgående vore så välrundat, att en kornformsundersökning knappast vore motiverad. En så perfekt rundning även i det förmodat eoliska materialets finare fraktioner är en intressant och oväntad iakttagelse, väl förtjänt av kvantitativa mättningsbelägg. I det mesta av det flygsandsmaterial, som jag känner till genom självsyn, avtar rundningsgraden (begreppet här taget i sin vidsträcktaste bemärkelse) avsevärt i de finaste fraktionerna, vilket ju också med flygsandens transportmekanik är att vänta. Även i det geografiskt ganska begränsade material, jag känner till, finns en avsevärd skillnad i rundning, men ett så genomgående välrundat material som det, föredr. omnämnt, leder ovillkorligen till frågan om dess förhistoria. Är den eoliska ytskulpturen lika genomgående som rundningen? Här skyntar ett problem, som vore värt ett specialstudium, även om det icke kan inrymmas i etapp nummer ett.

Dr Brotzens goda uppslag att ta lackfilmsavdrag av provrännornas innehåll i samband med uppklyvningen på längden vore i hög grad något att ta vara på. Hr Brotzen har ju själv framhållit, hur mycket härmed vore att vinna, och detta kan endast understrykas. Tyvärr måste man räkna med tekniska komplikationer, som göra den vanliga Voigtska acetonzaponlackmetoden otjänlig under föreliggande omständigheter. Standardmetoden förutsätter, att de partier, från vilka proven skola tagas, vid besprutningen äro åtminstone någorlunda torra. Såvitt jag vid åtskilligt experimenterande kunnat finna, är det vidare över huvud taget svårt att få goda filmpreparat av så finkorniga och täta sediment som leror. En modifierad metod med mer effektivt impregneringsförfarande och med andra fixeringsvätskor, användbara för ytfilmer på leriga och även fuktiga prov, skulle alltså behöva utarbetas, under noggrannaste kontroll, att inga strukturförändringar behöfve riskeras. Sådana metoder skulle uppenbarligen bli till stort gagn även utanför detta stora bearbetningsprogram och skulle bli ett ytterligare tillskott till Albatross-expeditionens rika fond av resultat med stor räckvidd.

Föredr.: Granulometrisk undersökning av sedimentet hade från början förmodats med framgång rutinmässigt kunna tillämpas på djuphavslagerföljderna. Fältiakttagelserna ändrade emellertid denna inställning. Diagenesen visade sig nämligen vara en faktor, som gör värdet av granulometrisk undersökning synnerligen diskutabelt i föreliggande fall. En genomgående pelitisk lagerföljd kan i extrema fall, även om de våldsammaste peptisationsmetoder tillgripas, ur kornstorlekssynpunkt ge det felaktiga intrycket av en kolloidal lera, nedåt övergående i grovsand till grus, där sand- och gruskornen utgöras av kiselsyrecementerade aggregat. Värdet av granulometrisk undersökningar för lösningen av vissa specialproblem minskas säkerligen icke av denna omständighet.

Beträffande den välrundade sanden väster om Afrikas kust är det svårt att ur minnet rekonstruera den undre gränsen för de rundade kornens diameter, men såvitt föredr. icke minnes fel, är rundningen väl utvecklad inom hela sandfraktionen.

Hr Ström: Vad är avsättningsdjupet för deltaavlagringarna utanför den sydamerikanska kusten? Har man under expeditionen funnit sediment, tydande på avsättning i bäcken med nedsatt syreomsättning? Har föredr. någon hypotes angående de plana bottnarnas genes? Kommer vid arkivering av lodkärnorna sedimentet att behandlas så, att plasticiteten bibehålles trots vattenavdunstningen?

Föredr.: Det måste framhållas, att »deltaavlagringarna» ännu står inom citationstecken. Beträffande deras avsättningsdjup saknar jag tillräcklig erfarenhet för att kunna uttala mig. Med ledning av sedimentets sammansättning och karaktär torde man dock kunna säga, att det rör sig om distal facies. Sediment med skikt av järnsulfid, som förefaller vara primär, ha vi påträffat framför allt i Baleariska bäckenet i Medelhavet. Beträffande de plana bottenarna vill jag helst avhålla mig från alla hypoteser tills vidare, men deras förekomst söder om främre Indien för ju tankarna på Dekkans platabasalter, vilket värde denna analogi sedan än må ha. Den av Prof. Münster Strom åsyftade metodiken att substituera vattnet i sedimentet med glycerin eller glykol har övervägts, men förkastats, eftersom den innebär tillförsel av organisk substans och dessutom en mikrostrukturell förändring av sedimentet.

Hr Hedström: Kan man våga någon gissning om när den första publikationen kommer betr. expeditionens resultat av bottenprovtagningar i Nordatlanten? Jag frågar därför, att jag för tre månader sedan hörde av Prof. Ewing vid Columbia University, att hans expedition i Atlanten 1947 använt sig av »kolvlod» liknande Kullenbergs. Det vore ju synd, om amerikanerna skulle bli de första, som publicera resultat uppnådda med kolvlodet ute på världshaven.

Föredr.: Såvitt jag har mig bekant, har Ewing under Atlantis-expeditionen ej använt kolvlod, men däremot stötlod, försett med en utlösningssanordning, kopierad efter Kullenbergs.

Hr Malaise frågade, huruvida de proppar, som togos under expeditionens hemfärd på den Mittatlantiska Ryggen, visade en liknande skiktning med former från omväxlande kallt och varmt vatten, indikerande glaciala

och interglaciala lager, som de av Dr Piggot 1936 tagna proven. Ävenså frågade tal. om läget av platsen för Albatross' provtagning i förhållande till Piggots.

Föredr.: De litologiska förhållandena i lagerföljderna från Atlantiska Centralryggen antyda en diskordans, eventuellt av samma slag som amerikanska funnit under Atlantis-expeditionen (eocen-pleistocen). Det är givet vis på nuvarande stadium omöjligt att närmare uttala sig om den förmodade diskordansen i Albatrossmaterialet. Denna diskordans är eventuellt av samma natur som den, som erhållits av den nämnda amerikanska expeditionen. Albatross-expeditionens kurslinje låg i sin helhet söder om Piggots.

Hr Malaise: Vilka bevis finnas för att de lavabäddar, som expeditionen påträffade särskilt i Stilla havet, verkligen bildats på nuvarande djup och ej supramarint eller på ringa djup och senare sjunkit?

Föredr.: Något sådant bevis kan ej förebringas.

Hr Malaise: Utgöras de humuslager, som konstaterats i en av propparna från Romanche-djupet, av växtlämningar eller ej? (Senare tillägg: Varför talade föredr. om humuslager i proppens övre del, medan både Prof. Pettersson och Dr Erikson talat om mörka och intressanta lager av humus i samma propps undre del?)

Föredr.: Den organiska substansen i Romanchelagerföljdens översta del var mycket finkornig, och dess struktur kunde därför ej undersökas ombord. (Senare tillägg: I undre delen av den omnämnda lodkärnan från Romanche-djupet funnos ett flertal, c:a 5 mm tjocka, mörkgrå skikt i det ljusgrå, kalkiga sedimentet. Karaktären av dessa mörka skikt har ännu icke på något sätt undersökts. Den utpräglade mörkfärgningen av lagerföljdens översta c:a 30 cm har däremot med säkerhet kunnat visas vara förorsakad av finfördelad humus.)

Hr Mellis: Den av hr Hagerman uttalade meningen, att »askhorisonterna» i djuphavssedimenten knappast torde vara lämpade för datering av sedimentationsförloppet, överensstämmer i allt väsentligt med mina erfarenheter. Den preliminära petrografiska undersökningen av »askhorisonterna» i sedimentpropparna från Tyrrhenska sjön, från det av »Skagerak»-expeditionen 1946 insamlade materialet, ger inga hållpunkter för datering av dessa skikt såsom tillhörande bestämda eruptioner hos Vesuvius. Kanske skulle det allra översta askskiktet i proppen från station 15 kunna härstamma från eruptionen 1906, men bevismaterialet är ännu alltför ofullständigt för ett ställningstagande i detta konkreta fall (jfr O. Mellis: The coarse-grained horizons in the deep-sea sediments from the Tyrrhenian Sea. — Göteb. Kungl. Vet. o. Vitt. Samh. Handlingar, 6 följden, Ser. B, Band 5, N:o 13, s. 45—72).

Inga bevis finnas för möjligheten av askbildning vid submarina vulkaneruptioner på större djup. Som A. Rittmann (Vulkane und ihre Tätigkeit. Stuttgart 1936, s. 51) helt riktigt betonar, är vattenmassans tryck på den submarina kratern redan vid ett vattendjup av 2 000 m så stort, att ingen ångbildning kan ske. Lavautflödet på djuphavsbotten äger därigenom rum fullkomligt lugnt som en lagerinjektion.

Hr Landergren: Även de geokemiska undersökningarna av lodkärnorna från Tyrrhenska sjön bekräfta Dr Mellis' negativa erfarenhet angående askhorisonternas användbarhet för dateringsändamål inom större områden.

Föredr.: Har icke Dr Mellis visat, att man i Medelhavssedimenten kan urskilja askskiktet från Vesuvius' utbrott år 79 e. Kr.?

Hr Mellis: Nej.

Föredr.: Som svar på fråga av hr Landergren vill jag meddela, att bestämningen av gruppen järn, mangan och titan ur tidssynpunkt är det sista momentet i fas I. När tiden är mogen för dessa analyser, böra sålunda de spektralanalytiska undersökningarna ha visat, huruvida de kunna omfatta bestämningen av även mangan, järn och titan, vilket i så fall skulle inbespara uppslutning och bestämning på titrimetrisk resp. kolorimetrisk väg.

Hr F. Brotzen: Foraminifererna äro säkerligen en betydelsefull beståndsdel i flera av de kärnor från oceanbotten, som expeditionen hemfört. Såsom föredr. omtalade, har deras bearbetning delvis påbörjats, med avsikt att komma fram till en stratigrafi. Hrr W. Schott och F. B. Phleger jr., som undersöka foraminiferfaunan, ha redan tidigare på grund av den pelagiska foraminiferfaunans kvantitativa och kvalitativa förändringar konstruerat en kvartär stratigrafi. Över möjligheten att utföra vissa foraminiferundersökningar såsom rutinarbete, alltså med icke specialiserad arbetskraft, kunde jag erhålla en viss översikt. Det visade sig, att icke specialiserad arbetskraft är mycket användbar och att utbildningstiden kan vara överraskande kort. Jag har kommit till den uppfattningen, att man bör ägna sig åt den bentoniska foraminifergruppen, jämte undersökning av den pelagiska faunan. Bentoniska foraminiferer uppträda procentuellt mycket sparsamt, men uppvisa ofta ett mycket stort antal arter och släkten. Deras systematiska ställning och deras anatomiska egenskaper fordra en nybearbetning. Därigenom kunde man vinna mera kännedom om de fossila formernas fylogeni och ekologi. Det finns också den möjligheten, att de bentoniska foraminifererna tillåta antydningar om havsbottnens nivåförändringar under den kvartära tidsperioden.

Föredr.: Färgbestämning på fotografisk väg fordrar vid tonsepareringsförfarandet tre exponeringar. Då färgbestämningen dessutom endast utföres i deskriptivt syfte, förefaller det i detta fall vara enklast och bäst att bestämna sedimentfärgen genom direkt jämförelse med en skala, t. ex. Ostwalds.

Dr Brotzens orienterande undersökningar av Stillahavssedimentens faunor och hans vittgående hjälp vid utbildningen av arbetskraft för det mikropaleontologiska arbetet samt över huvud taget vid planeringen av detta är av mycket stort värde för materialets bearbetning.

Hr Ygberg visade en av hr von Eckermann upptagen färgfilm från internationella geologkongressen i England 1948.

Geolognytt

Professor Lennart von Post har valts till hedersledamot av Dansk Geologisk Forening.

Till utländsk ledamot av Vetenskapsakademien har invalts professorn i geofysik och meteorologi Beno Gutenberg vid California Institute of Technology.

Regeringen har den 28 januari stadfäst styrelsens för Stockholms högskola beslut att till innehavare av professuren i mineralogi och petrografi utnämna docent Sven Gavelin.

Förste byråingenjören hos Järnvägsstyrelsen, fil. dr C.-G. Wenner har förordnats till docent i geologi vid Stockholms högskola.

Fil. dr K. E. Sahlström, sekreterare vid Sveriges Geologiska Undersökning, har erhållit tillstånd att efter pensionsåldern kvarstå i tjänst intill utgången av juni 1950.

Riksnämnden för ekonomisk försvarsberedskap har framlagt ett förslag om intensifierad forskning i beredskapssyfte, vari bl. a. föreslås, att Sveriges Geologiska Undersökning tilldelas 60 000 kr. för undersökning av torvmossar, att anslagen till S. G. U:s malmletningsverksamhet höjas och att frågan om vad som ytterligare bör göras för att intensifiera de genom staten bedrivna berggrundsundersökningarna, skyndsamt utredes.

Den 8 oktober 1948 har K. Maj:t bemyndigat de sakkunniga för utredning rörande frågan om samhällsintressets bevarande i samband med exploateringen av Fjärås bräcka att för en kostnad av högst 50 000 kr. låta verkställa en av fil. dr C.-G. Wenner föreslagen markundersökning. Dr Wenner har fått Fjäråskommitténs uppdrag att utföra undersökningen, vilken omfattar dels massberäkning av grustillgångarna, dels klarläggande av materialets beskaffenhet och tekniska användbarhet.

Lantbruksakademien har utdelat bl. a. följande forskningsunderstöd: Ur Bergstens fond till prof. H. Flodkvist, Uppsala, 3 400 kr. för fullföljande och avslutande av undersökningar över stabil sprickbildning i lerjord samt över sambandet mellan meteorologiska faktorer och dräneringsvattnets avrinning, ur Kulturtekniska fonden till agronom S. Andersson, Uppsala, 3 000 kr. för fortsatta undersökningar över markfuktighetens växlingar under vegetationsåret samt ur båda de nämnda fonderna till docenterna L. Wiklander och G. Hallgren, Uppsala, tillsammans 1 300 kr. för undersökningar över svavlets oxidationsförhållanden vid torrläggning av mark.

Svenska Sällskapet för Antropologi och Geografi har utdelat bl. a. följande anslag: Fil. kand. H. Tullström, Lund, 1 400 kr. som bidrag till täckande av kostnaderna för en geokronologisk undersökning inom nordvästra Skåne, fil. dr C.-G. Wenner, Stockholm, 1 400 kr. för slutredigering av ett arbete om Viskans deltasedimentation och strandmorfologi samt för fortsatta under-

sökningar av Dalälvens delta vid Mora och fil. dr O. Ängeby, Lund, 2000 kr.
fr Andréefonden som bidrag till forskningar inom Ångermanälvens och
Indalsälvens flodområden.

För bearbetning av den svenska djuphavsexpeditionens resultat har bil-
dats en kommitté, vartill Göteborgs Kungl. Vetenskaps- och Vitterhetssam-
hälle utsett landshövding Malte Jacobsson, vilken fungerar som ordförande,
prof. Hans Pettersson, förste bibliotekarien Viktor Johansson och docent
Börje Kullenberg, sekreterare, alla i Göteborg, samt Statens naturvetenskap-
liga forskningsråd utsett prof. Arne Tiselius, Uppsala, vice ordförande, och
prof. Frans Wickman, Stockholm.

Till Redaktionen insänd litteratur

PETRUNKEVITCH, ALEXANDER: A study of the structure, classification and
relationships of the Palaeozoic Arachnida based on the collections of
the British Museum. — Transactions of the Connecticut Academy of
Arts and Sciences, 37: 69—315 + XI s. Med 271 fig. på 83 pl. New
Haven, Connecticut 1949.

Abhandlungen der Geologischen Landesanstalt
Berlin (Herausgegeben von Prof. Dr. Erich Lange, Präsident der Geologi-
schen Landesanstalt Berlin. Akademie-Verlag GmbH., Berlin 1948):

VON RAUPACH, FRIEDRICH: Beitrag zur Geiseltalforschung. — Heft 214: 3—18.

QUITZOW, HANS WILHELM: Über die Altersbeziehungen zwischen der älteren
Braunkohlenformation Mitteldeutschlands und dem marinen Eozän
Norddeutschlands. — Heft 214: 19—27.

UTESCHER, KURT: Das erdige phosphathaltige Sediment in der Ilsenhöhle
von Ranis — seine Entstehung, seine Eigenschaften und seine Beziehun-
gen zur Geschichte der Höhle; Kennzeichen glazialer und interglazialer
Verwitterung. — Heft 215: 3—15.

GOTHAN, WALTHER, und MOJEN, HANS PETER: Bemerkungen zur Bitumen-
Klassifikation. — Heft 215: 17—26.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

N:o 184 Hedemora av G. Lundqvist och S. Hjelmqvist 1941	4,00
» 185 Horndal av R. Sandegren och B. Asklund 1943	4,00
» 186 Möklinta av R. Sandegren och B. Asklund 1946	4,00
» 188 Avesta av G. Lundqvist och S. Hjelmqvist 1946	4,00
» 189 Falun av O. Kulling och S. Hjelmqvist 1948	4,00

Ser. Ad. Agrogeologiska kartblad i skalan 1 : 20 000 med beskrivningar.

N:o 1 Hardeberga av G. Ekström	4,00
--	------

Ser. C.

Årsbok 42 (1948)

N:o 492 Lindroth, Carl H., Interglacial insect remains from Sweden. With 2 plates. 1948	2,00
» 493 Brotzen, F., The Swedish Paleocene and its foraminiferal fauna. With 19 plates. 1948	4,00
» 494 Thorslund, Per, De siluriska lagren ovan Pentameruskalkstenen i Jämtland. Resume: On the silurian beds above the Pentamerus limestone in Jemtland. Description of fossils. With one plate. 1948	2,00
» 495 Sundius, N. och Sandegren, R., Interglacialfyndet vid Långsele. Med bidrag av T. Lagerberg, C. Lindroth och H. Persson Bihang: B. Halden, Nya data rörande det interglaciala Bollnäsfyndet. 1948	2,00
» 496 Landergrén, S., On the geochemistry of Swedish iron ores and associated rocks. A study on iron-ore formation. 1948	5,00
» 497 Lundqvist, G., Blockens orientering i olika jordarter. 1948	1,00
» 498 Westergård, A. H., Non-Agnostidean trilobites of the Middle Cambrian of Sweden. I. With 4 plates. 1948	2,00
» 499 Grip, E., On the occurrence of mercury in Boliden and some other sulphide deposits in Northern Sweden. 1948	1,00

Ser. Ba.

N:o 13 Berggrundskarta över Stockholmstrakten upprättad av N. Sundius. Skala 1 : 50 000. 1946	7,00
Beskrivning till berggrundskarta över Stockholmstrakten av N. Sundius. 1948	3,00
» 14 Jordartskarta över södra och mellersta Sverige. Efter de geologiska kartbladen sammandragen vid S. G. U. av K. E. Sahlström 1944. 1 : 400 000. Mellersta bladet, tryckt 1947	10,00
Södra bladet, tryckt 1948	10,00

Ser. Ca.

N:o 35 Geijer, Per och Magnusson, N. H., De mellansvenska järnmalmernas geologi. Med 56 tavlor. 1944	25,00
» 36 von Eckermann, H., The alkaline district of Alnö Island (Alnö alkalina område). With 60 plates. 1948	10,00

Rapporter och meddelanden i stencil.

1. Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning 1—2. 1931. (Kartorna utgångna)	15,00
2. Sveriges lodade sjöar. Sammanställning av K. E. Sahlström 1945	3,00
3. Rapport över manganmalmsletningen i Jokkmokks socken 1940—48. Med 4 kartor	4,00

Distribueras genom Generalstabens Litografiska Anstalt. Stockholm 1.